Ao seu Am.º e Ex.mo Sr. General Abreu, offerece M. de Faria, em testemunho de muita consideração e estima.

161

RELATORIO

SOBRE

A EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE PARÍS

EM 1867

INSTRUMENTOS DE PHYSICA

E

MACHINAS DE VAPOR

POR

FRANCISCO DA FONSECA BENEVIDES

DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS

COM ILLUSTRAÇÕES NO TEXTO

LISBOA

IMPRENSA NACIONAL

1868

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/relatoriosobreex00bene

RELATORIO

SOBRE

A EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE PARÍS

EM 1867

RELATORIO

SOBRE

A EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE PARÍS

EM 1867

INSTRUMENTOS DE PHYSICA

E

MACHINAS DE VAPOR

POR

FRANCISCO DA FONSECA BENEVIDES

DA ACADEMIA REAL DAS SCIENCIAS

COM ILLUSTRAÇÕES NO TEXTO

LISBOA

IMPRENSA NACIONAL

1867

RELATORIO

SOBRE

A EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE PARÍS

EM 1867

I

METHODO SEGUIDO N'ESTE TRABALHO

Por portaria de 5 de julho de 1867 fui encarregado de estudar na exposição universal de París instrumentos de physica e machinas de vapor. Comquanto me fosse fixado apenas o praso de dois mezes para proceder a tão importantes estudos, sobre dois assumptos tão vastos, como são: o dos instrumentos de physica no anno de 1867, depois das variadas e multiplicadas descobertas que têem illustrado o nosso seculo, e o das machinas de vapor, pelas suas innumeras applicações industriaes; comtudo, circumstancias especiaes permittiram que n'aquelle tão limitado praso de tempo eu ainda podesse aproveitar alguns dias, a fim de visitar alguns dos mais importantes estabelecimentos industriaes.

O nosso estudo no grande concurso internacional de 1867 constava de duas partes distinctas; de duas partes constará tambem este nosso relatorio.

A primeira parte, relativa aos instrumentos de physica, interessa a um mais restricto numero de leitores. N'ella descreveremos os instrumentos e apparelhos novos que figuravam na exposição, bem como os mais impor-

tantes aperfeiçoamentos e modificações que hajam experimentado aquelles que já são conhecidos.

Descrever todos os apparelhos e instrumentos de physica que se achavam expostos no grande concurso universal de París, seria fazer grandes tratados não só de physica, mas tambem das sciencias e industrias que mais ou menos directamente se acham ligadas e dependem da physica; seria repetir alem d'isso o que se acha nos livros d'esta sciencia. Supporemos pois nos nossós leitores conhecidos os apparelhos e instrumentos mais usuaes da physica moderna.

Assim, na primeira parte d'este relatorio será o nosso plano o seguinte:

Descrever os principaes apparelhos e instrumentos novos, ou menos conhecidos, que figuravam na exposição universal de París, relativos aos diversos ramos da physica. Relatar igualmente os mais notaveis e proficuos melhoramentos ou modificações que apresentavam os mais importantes instrumentos, quer considerados debaixo do ponto de vista scientifico, quer considerados com relação ás suas applicações diversas. Finalmente, citar os apparelhos que, posto não apresentassem novidade alguma, se tornavam dignos de menção já pela sua importancia capital na sciencia ou nas applicações, já pela belleza da sua construcção e perfeição artistica da execução das suas diversas partes.

A segunda parte d'este relatorio, dizendo respeito ás machinas de vapor, póde interessar a um grande numero de leitores; póde mesmo dizer-se que actualmente poucas pessoas ha a quem nada interesse o estudo das machinas de vapor. Por outro lado, sendo os principios geraes, do modo de actuar do vapor nas machinas, os mesmos para todos os motores em que se emprega o vapor da agua como intermediario do calorico para produzir o movimento, não é preciso possuir vastos conhecimentos technicos para poder com aproveitamento seguir os nossos estudos sobre o que de mais notavel mostrava

a exposição universal de París em relação aos possantes motores da industria moderna. Mas para que este resultado do nosso trabalho possa aproveitar e interessar a maior numero de leitores, precedemos a descripção e analyse das machinas de vapor da exposição, de uma curta noticia sobre o modo por que actua em geral o vapor nas diversas classes de machinas hoje mais empregadas na industria.

Para proceder methodicamente classificâmos as machinas de vapor em quatro grupos, em relação aos seus fins: machinas fixas, aquellas que se destinam a produzir um certo trabalho em um certo logar; machinas maritimas, as que se destinam a fazer andar os navios; locomotivas, as que produzem a locomoção sobre os caminhos de ferro; e locomoveis as que se podem transportar facilmente para qualquer logar onde seja precisa a força motriz, ou que podem mesmo servir de meio de locomoção sobre estradas ordinarias.

Examinaremos o que em cada uma d'estas classes apresentaram as diversas nações no grande concurso internacional de París. Veremos quaes os progressos e caracteres mais salientes das machinas de vapor da exposição universal de 1867, e finalmente, fazendo a synthese dos importantes productos da grande industria das machinas de vapor, que houvermos analysado, indagaremos, á luz dos principios da sciencia moderna, se os motores a vapor têem attingido o maior grau de perfeição, ou se ainda estão longe do que a theoria indica deverem ser.

Será este nosso relatorio illustrado com gravuras em madeira, representando alguns dos objectos do nosso estudo que mais sobresaíam no grande concurso universal de 1867, ou pela sua novidade, ou pelos progressos e aperfeiçoamentos que manifestavam, ou pela importancia extraordinaria que inculcam, pelo papel capital que representam na sciencia e na industria, ou finalmente pelo seu valor artistico e primor da sua execução.

São obvias as vantagens dos desenhos e illustrações em escriptos que versam sobre machinas e instrumentos, em que a vista ajuda a descripção, facilitando ao auctor a exposição, e aos leitores ministrando-lhes idéas mais claras dos objectos descriptos, e dando-lhes mais seguros meios de ajuizar sobre as suas qualidades.

Das gravuras que illustram este nosso trabalho, algumas foram feitas segundo desenhos por nós tirados á vista dos objectos expostos; são completamente novas; até hoje ainda as não vimos em parte alguma; outras foram feitas segundo desenhos que obsequiosamente nos foram ministrados pelos constructores e expositores; finalmente as restantes acham-se em diversos livros, mas julgámos dever aqui reproduzi-las, já porque os objectos que representam são ainda pouco conhecidos no nosso paiz, já porque representam productos excepcionalmente notaveis na sciencia ou na industria, já finalmente porque sem o seu auxilio a descripção e a analyse se tornavam muito difficeis.

Pareceu-nos que não seria destituido de interesse dar, juntamente com os resultados do nosso estudo na exposição universal de 1867, uma noticia sobre alguns dos mais importantes estabelecimentos industriaes de França e Allemanha. O leitor achará, entre outras, uma noticia sobre o grande estabelecimento industrial do Creusot em França, e sobre o celebre, e, por assim dizer, unico e excepcional estabelecimento fabril de aço, de Krupp, em Essen, no reino da Prussia.

Persuadidos de quanto os trabalhos d'esta ordem perdem consideravelmente de interesse com a demora na sua publicação, resolvemos entregar já ao prelo o relatorio sobre os importantes objectos que occuparam o nosso estudo na exposição universal de París de 1867, embora menos apressadas diligencias no cumprimento da nossa tarefa permittissem alliviar o nosso trabalho de maiores imperfeições.

30 de outubro de 1867.

II

DESCRIPÇÃO SUCCINTA DO PALACIO DA EXPOSIÇÃO

O grande certamen industrial de 1867, ao qual concorreram todas as principaes nações civilisadas, teve por theatro o campo de Marte. No mesmo local se tinha verificado, sessenta e nove annos antes, a primeira exposição industrial. Foi a republica franceza que decretou a primeira exposição da industria, dando á Europa mais este exemplo de progresso, e escolhendo para theatro d'esta pacifica luta o campo, onde, annos antes, se tinham realisado as grandes festas patrioticas e da federação das provincias da França; festas que acompanharam os primeiros tempos do estabelecimento das liberdades publicas n'aquelle paiz, que mais tarde deviam irradiar para todos os lados e penetrar no seio de todos os povos.

Desde 1798 a 1867, que prodigiosas differenças! A primeira exposição contou 110 expositores, dos quaes 23 obtiveram recompensas; a ultima que se verificou em 1867, contou 42:237, sendo 11:000 proximamente as recompensas! É curiosa a comparação entre o numero de expositores que têem concorrido ás quatro grandes exposições universaes, que têem abrilhantado as grandes capitaes das duas potencias occidentaes;

aquelle numero tem crescido em uma progressão muito rapida, como se vê em seguida:

Exposições	Numero de expositores	Numero de recompensas
De Londres em 1851.....	13:937	5:248
De Paris em 1855.....	28:954	10:811
De Londres em 1862.....	28:653	8:141
De Paris em 1867.....	42:237	11:000

O pequeno templo da industria da primeira exposição de 1798, occupava apenas 23 metros quadrados. O espaço occupado pelas quatro exposições universaes foi como se vê em seguida:

Exposições	Espaço occupado
	Metros quadrados
De Londres em 1851.....	88:027
De Paris em 1855.....	152:052
De Londres em 1862.....	119:994
De Paris em 1867.....	417:520

A exposição de 1867, alem do campo de Marte, occupava em Billancourt uma extensão de 225:000 metros quadrados destinados á agricultura, o que faz ao todo um espaço de 642:520 metros quadrados.

O palacio da exposição no campo de Marte apresentava uma fórma elliptica, cujo grande eixo media 490 metros, e cujo pequeno eixo tinha 380 metros de extensão; ou para melhor dizer a de um rectangulo, tendo 110 e 380 metros de lados, terminado nas extremidades por dois semi-circulos de 380 metros de diametro. Era dividido em sete galerias concentricas, que rodeavam um jardim central; as duas mais proximas

d'este jardim eram de alvenaria, as outras todas eram construidas de ferro. N'estas galerias se achavam os productos expostos e distribuidos por classes; diversas ruas transversaes estabeleciam a communicação entre estas diversas galerias concentricas; estas ruas transversaes dividiam as galerias em sectores; ao longo d'estas vias transversaes os productos achavam-se collocados e distribuidos por nações. Tal era a maneira simples e methodica como se achavam classificados os productos expostos no grande palacio do Campo de Marte, segundo a qual cada nação havia tomado para seu territorio um ou mais sectores, ou mesmo uma pequena subdivisão, sempre no sentido transversal.

Foi a exposição de 1867 a primeira que apresentou ordem e methodo na distribuição dos objectos expostos; todas as outras exposições apresentaram um inextricavel labyrinto de nações, onde com difficuldade se podia seguir o conjuncto da producção de um paiz, ou a de diversos paizes relativamente a uma mesma industria. O visitante que, no palacio da exposição universal do Campo de Marte seguia uma das ruas transversaes, para as quaes davam accesso dezeseis portas, via a exposição geral de um paiz, fazendo assim idéa da sua industria em geral; se, caminhava ao longo de alguma das galerias ellipticas concentricas, ía successivamente passando em revista as exposições similares dos mesmos productos de todos os paizes que tinham concorrido á grande luta pacifica da civilisação.

A classificação dos productos no interior do palacio, segundo o methodo que deixâmos descripto, e que constituia a innovação fundamental da ultima exposição, era devida a Mr. Le-Play, presidente da commissão imperial, e fazia lembrar a tabuada de Pythagoras applicada ás fórmas arredondadas do grande palacio do Campo de Marte.

Na distribuição dos productos pelas diversas galerias presidiu uma idéa philosophica; á medida que se ap-

proximava do centro do edificio, o visitante ía successivamente vendo productos que passavam da ordem mais material para outra mais do dominio do espirito e da intelligencia.

Na galeria exterior, que tinha 14 metros de largura e 6 de altura, achavam-se os productos gastronomicos; era a galeria alimentar; *restaurants* de diversas nações occupavam toda esta galeria que envolvia o palacio em todo o seu perimetro.

Na galeria immediata, denominada *do trabalho das artes usuaes,* que era a galeria VI, a mais alta e mais larga, se achavam as machinas em movimento. Era a mais brilhante. A grande industria exhibia ahi todos os seus prodigios. Os diversos agentes mechanicos ahi manifestavam a sua magestosa potencia. Tinha esta galeria 35 metros de largura, e 25 de altura; 176 pilastras de ferro de 26 metros de altura faziam saliencia sobre a cobertura de laminas de ferro do edificio; a meio da galeria uma platafórma, sustida por columnas de ferro, de 3 metros de largura e 5 metros de altura, sustinha de espaço a espaço as arvores de transmissão de movimento das machinas situadas á direita e á esquerda, e permittia aos visitantes, que sobre ella passeavam, o disfructar o grandioso espectaculo que a seus pés desenrolavam as numerosas machinas em movimento, as quaes davam a toda esta galeria uma vida extraordinaria.

A galeria que se seguia, indo da circumferencia para o centro, era onde se achavam as materias primas; era a galeria V, a das industrias extractivas, a exploração das minas, das florestas, etc.

A galeria IV, continha os vestuarios; a galeria III, continha a mobilia; a galeria II, o material das artes liberaes; a galeria I, continha as obras de arte; e finalmente uma galeria supplementar que rodeava o jardim central, continha uma especie de museu onde se achavam os objectos relativos á historia do trabalho: era a galeria das antiguidades.

Tinham as quatro penultimas galerias 15 metros de largura cada uma.

O jardim central, da mesma fórma que o palacio, media 166 metros no grande eixo e 56 no menor; no centro d'este jardim havia um pavilhão onde se continham pesos, medidas e moedas de diversas nações; se da comparação de todos estes exemplares resultasse a unidade commum de moedas e medidas de extensão e peso em todos os paizes, não seria por certo este um dos menos bellos resultados da grande exposição universal de 1867.

Um grupo especial relativo aos objectos destinados a melhorar as condições physicas e moraes das populações, occupava no palacio um sector inteiro comprehendido entre a França e Algeria, e no parque uma parte especial onde se achavam expostas as habitações de operarios.

Os objectos de agricultura achavam-se expostos, parte no parque, e outra parte em Billancourt.

Empregaram-se na construcção do palacio: 37:000 metros cubicos de alvenaria nos caboucos, 10:000 nas galerias da historia do trabalho e bellas artes, 5:000 na galeria das machinas; n'esta galeria empregaram-se 10.000:000 kilogrammas de ferro, 3.000:000 nas outras galerias, 500:000 nos tectos das duas galerias junto ao jardim central; alem d'isso empregaram-se 1:100 metros cubicos de madeira, 53:000 metros quadrados de folha de zinco, e 65:000 de vidraça. Os movimentos de terras elevaram-se a 370:000 metros cubicos.

O palacio todo occupava 148:991 metros quadrados e o parque 268:529 metros quadrados, dividido em quatro partes iguaes, que receberam as denominações de parque francez, belga, allemão e inglez.

O parque continha um amontoado de construcções de todos os generos e de todos os estylos; templos catholicos e evangelicos, mesquitas, palacios orientaes,

pharoes, sinos, kiosques, theatros, fontes, estatuas, etc., o todo formando uma mistura com uma certa desordem, mas que lhe dava um aspecto gracioso e bizarro; se o palacio, pela sua monotonia era de uma vista desagradavel e nada artistica apresentando uma vaga similhança a um gazometro, segundo uma phrase do imperador dos francezes, pelo contrario o parque produzia uma impressão muito agradavel para o visitante cansado de percorrer as grandes galerias do palacio da exposição.

Achavam-se tambem no parque certos objectos que não tinham podido encontrar logar no palacio, taes eram os grandes pharoes, algumas machinas de vapor e hydraulicas, e outros varios instrumentos e machinas agricolas; as exposições de bellas artes da Belgica e da Baviera, as exposições dos ministerios da guerra da França e da Inglaterra, a fabricação dos vidros, a lapidagem dos diamantes, o jardim reservado com sua collecção de plantas raras, e o aquario, a exposição colonial de Portugal, habitações e cocheiras russas, a exposição dos trabalhos do isthmo de Suez, as ambulancias militares, etc.

Na parte inferior do parque, na margem do rio Sena, perto da ponte de Iena, entrada principal da grande exposição, achavam-se grandes machinas de vapor maritimas de França e Inglaterra, varios modelos, e o material da navegação maritima e fluvial, bem como diversos objectos de salvação.

Foi a 25 de setembro de 1865, que o governo francez entregou á commissão imperial o campo de Marte, planicie arida e que apresentava depressões de terreno que em alguns pontos attingiam 2 metros de profundidade. Para terraplanar o campo foram necessarios centenares de milhares de metros cubicos de terra tirada dos caboucos abertos para as construcções, e dos desaterros de um campo fronteiro do outro lado do rio Sena, denominado Trocadero. O sub-solo era todo cortado por galerias subterraneas para a ventilação e para

despejos, encanamentos para as aguas e para o gaz; e finalmente grande numero de subterraneos ou *caves* para os diversos *restaurants* reinava em todo o perimetro do grande edificio; todas estas galerias subterraneas não tinham menos de 7 kilometros de extensão.

No dia 3 de abril de 1866 foi collocado o primeiro pilar de ferro do edificio; nos fins do mesmo anno os expositores começaram a tomar posse dos respectivos locaes para executarem os trabalhos necessarios para a installação dos seus productos. No 1.º de abril de 1867, na conformidade do decreto imperial que tinha determinado a abertura da exposição, o palacio do Campo de Marte abriu as suas portas ao publico, no meio de numerosos productos ainda encaixotados, restando ainda muito para que se podesse considerar a exposição como completa.

É por certo uma das cousas mais para admirar, a presteza com que se fizeram os trabalhos gigantescos necessarios para transformar a planicie arida e nua do Campo de Marte em um grande parque, com muitas arvores e *gazons,* lagos, fontes, e as numerosas construcções que, alem do grande palacio, o povoavam em toda a sua extensão.

Encarregados de estudar particularmente *instrumentos de physica e machinas de vapor,* e achando-se os primeiros na galeria das artes liberaes (galeria II) e os outros na grande galeria do trabalho das artes usuaes (galeria IV), alem de algumas machinas e pharoes que se achavam no parque, tinhamos a percorrer algumas leguas, a fim de poder observar e examinar os differentes productos, objecto do nosso especial estudo.

Dada esta rapida e resumida noticia sobre o local da exposição, digamos tambem de um modo succinto como era dada a vida a este colossal templo da industria, bem como a luz, a agua, o ar, e emfim o movimento, sem o qual todas as machinas apenas manifestariam uma pequena fracção do seu merecimento.

III

SERVIÇOS MECHANICO, HYDRAULICO E VENTILAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

Serviço mechanico.—Difficilmente se póde fazer idéa de uma machina pela simples inspecção; para ver se satisfaz aos usos a que é destinada, bem como para ajuizar dos progressos por ella realisados, é forçoso que se veja funccionar; assim o entendeu a commissão imperial da exposição universal de 1867, fornecendo gratuitamente aos expositores de machinas, e na maior escala possivel, a força motora de que precisassem, renovando assim o que com tão feliz exito tinha sido realisado nas exposições de 1855 e 1862.

Rasões de prudencia fizeram prohibir a entrada no palacio a todos os productos que exigissem o emprego do fogo; assim as caldeiras das machinas de vapor, a fabricação de vidros, trabalhos sobre metaes, etc., foram dispostos em edificios expressamente construidos no parque para esse fim.

A mesma rasão obstou a que funccionassem na grande galeria do trabalho aquellas machinas de vapor, cujas caldeiras se não podiam d'ellas separar, bem como as machinas que pelo cheiro e poeira podessem incommodar o publico.

Os geradores de vapor foram pois collocados em edi-

ficios construidos no parque a uma distancia de 30 metros do palacio, sendo a altura de suas chaminés fixada no minimo de 30 metros, a fim dos productos da combustão não incommodarem o publico; para não multiplicar demasiadamente o numero de construcções, caldeiras que alimentavam de vapor differentes machinas foram reunidas no mesmo local. Estes geradores forneciam o vapor, o qual era conduzido por meio de tubos subterraneos ás diversas machinas de vapor, que na galeria do trabalho davam a força motriz aos diversos apparelhos e machinas que d'ella careciam para funccionarem.

A fórma elliptica do palacio, bem como a classificação adoptada, não permittindo empregar um centro unico de força motriz para mover todas as machinas, a commissão dividiu em quinze lotes o serviço mechanico da exposição da galeria do trabalho; assim o movimento era transmittido a todas as machinas da grande galeria, sem empregar transmissores com eixos tendo disposições polygonaes, e podendo suspender-se á vontade a marcha de uma parte das machinas sem modificar a marcha do resto.

Força motriz da exposição. — A commissão entendeu, e com rasão, que devia confiar o fornecimento da força motriz da exposição a differentes constructores de todos os paizes, tornando-se assim elles mesmos expositores; tal era um dos fins dos productos expostos na classe 52.ª, que comprehendia o serviço especial da exposição, e que se dividia em quatro partes, serviço mechanico, serviço hydraulico, ventilação e manutenção.

D'este modo um objecto que nas anteriores exposições tinha sido uma questão de administração interna, tornou-se na ultima exposição um incentivo de estudo e emulação.

O serviço mechanico comprehendia a força de 582 cavallos distribuidos em quinze lotes do seguinte modo: França, 8 lotes para uma força total de 305 cavallos; Belgica, 1 lote para 40 cavallos; Confederação da Al-

lemanha do norte, 1 lote para 35 cavallos; Estados da Allemanha do sul, 1 lote para 15 cavallos; Inglaterra, 1 lote para 100 cavallos; Estados Unidos, 1 lote para 50 cavallos; Austria, 1 lote para 20 cavallos; Suissa, 1 lote para 17 cavallos.

Transmissores de movimento. — A communicação do movimento era feita geralmente por transmissões aereas; duas grandes arvores parallelas distantes de $4^m,71$ e elevadas $4^m,35$ acima do solo, sustentadas por columnas á direita e esquerda da plataforma da grande galeria do trabalho das artes usuaes, recebiam movimento das machinas de vapor, alimentadas pelas caldeiras dispostas no parque, como acima dissemos, e transmittiam-no por meio de tambores e correias aos apparelhos e machinas da galeria vi que d'elle precisavam. A extensão d'aquellas arvores, sobre as quaes se transmittia um trabalho total de 582 cavallos, era de 810 metros, incluindo 60 metros de eixos que foram collocados debaixo do solo, porque assim foi preciso para certas installações especiaes. O diametro das arvores de transmissão era de $0^m,09$; estavam dispostas em polygono, cujos lados tinham 14 metros de extensão, faziam angulos de 5°, e eram ligadas por engrenagens, articulações de Cardan ou qualquer outro modo á vontade dos expositores; faziam os eixos 100 voltas por minuto.

O numero de expositores que forneciam a força motriz era doze; as construcções do parque onde se achavam os geradores de vapor eram nove. A força motriz era fornecida pelos respectivos paizes em França, Belgica, Inglaterra e Confederação da Allemanha do norte; em todas as outras nações a força motriz era fornecida por constructores francezes.

Para pequenos apparelhos ou machinas isoladas no meio de objectos que se achavam em repouso, o movimento era dado por diversas machinas de pequena força.

Serviço hydraulico.—A quantidade de agua necessaria para satisfazer os numerosos serviços da exposição at-

tingia a 10:000 metros cubicos por dia; um tal volume de agua era o sufficiente para alimentar uma povoação de mais de 100:000 almas. A agua que consumiam os differentes serviços da exposição, regas do parque, producção e condensação do vapor, lavagens, cascatas, lagos, fontes, limpezas hygienicas, etc., era fornecida por sete expositores; o serviço hydraulico tinha sido estabelecido segundo as mesmas bases que o serviço mechanico: a cidade de París não contribuia para este serviço; só em caso de algum transtorno é que a commissão imperial tinha resolvido pedir á grande capital que cedesse alguma agua distrahida da distribuição urbana.

Distribuição das aguas na exposição.—Como nem toda a agua de que necessitava a exposição exigia grande pressão ou carga sobre os orificios dos canaes de distribuição, o serviço hydraulico foi dividido em duas estações de diverso nivel. Era uma estabelecida sobre as alturas do Trocadero, campo fronteiro á exposição do outro lado do rio Sena; o reservatorio tinha uma capacidade de 4:000 metros cubicos a uma altura de 32 metros acima do nivel do solo das galerias do palacio: este reservatorio recebia agua do Sena por meio de bombas movidas por machinas de vapor da força de 25 cavallos collocadas na margem do rio; as aguas d'aquelle reservatorio alimentavam as fontes monumentaes, as regas do parque, as bôcas de incendio, etc.: para estes diversos serviços exigia-se uma pressão de 20 a 25 metros.

A estação inferior era junto ao rio Sena; a possante machina maritima da fragata franceza couraçada *Friedland,* alimentada pelas suas proprias caldeiras, collocada na margem do rio, aspirava do Sena com as suas bombas 1:200 metros cubicos de agua por hora: esta agua alimentava as cascatas, os lagos, os condensadores, geradores de vapor, etc.: para estes serviços exigia-se apenas a pressão de alguns metros de agua.

No caso de acontecer algum desastre a ambos os ra-

mos do serviço hydraulico acima mencionados, uma outra distribuição a cargo de cinco expositores devia supprir aquella falta. Um d'elles aspirava a agua do rio Sena, e alimentava com ella o grande lago do pharol do parque; os outros quatro aspiravam a agua d'este lago, e faziam-na caminhar pela respectiva tubagem e dirigir-se aos logares onde era precisa, debaixo da pressão de um reservatorio de ferro de 55 metros cubicos de capacidade, cujo nivel superior se achava 8 metros acima do solo do palacio.

As canalisações dos dois ramos de serviço hydraulico, postoque distinctas e independentes, podiam comtudo em caso de necessidade communicar directamente uma com a outra. A agua que vinha do grande reservatorio alto percorria um canal de $0^m,35$ de diametro que atravessava o palacio em toda a sua extensão, irradiando-se depois por tubos em diversas direcções, que íam alimentar os differentes serviços; era na direcção do palacio que as duas canalisações se communicavam. Para as diversas necessidades da agua potavel tanto no palacio como no parque, uma filtragem quasi instantanea se fazia em uma tubagem de $0^m,1$ de diametro. A canalisação total comprehendia 12:000 metros.

Machinas hydraulicas para a distribuição das aguas na exposição.—Os apparelhos hydraulicos empregados no serviço da distribuição das aguas para as necessidades da exposição eram os seguintes:

1.º Uma machina elevatoria de dois cylindros com balanceiro, de Scott e Sagey, em que os pistões das bombas eram longos e não tocavam nas paredes dos cylindros; o ajustamento era feito em caixas de estopas fixas na parte superior dos cylindros, as quaes eram atravessadas pelos pistões.

2.º Uma bomba aspirante e premente de Letestu; é sabido que n'este systema o pistão é formado por um cone ôco metallico com orificios, em cujo vertice está fixo um couro flexivel cujos bordos excedem o cone e se ap-

plicam sobre as paredes da bomba pela pressão da propria agua dentro do cone; de modo que é a propria agua que faz ajustar o couro de encontro ás paredes do cylindro, e que portanto impede que se escape por entre o pistão e as paredes da bomba. As valvulas da base da bomba são formadas por discos de couro fixos pelo centro, e que pela pressão da agua na face superior se applicam sobre os orificios de um disco metallico que assim ficam fechados. Têem estas bombas grandes vantagens para esgotar aguas sujas e carregadas de lodos, pedras, etc.; os cylindros nem precisam ser muito bem feitos. São muito vantajosas para o dessecamento dos pantanos. O nosso habil engenheiro Eça d'ellas fez acquisição para os trabalhos de dessecamento dos pantanos no nosso paiz.

3.º Duas bombas de força centrifuga, de Neut e Dumont, aspirando 800 metros cubicos de agua por hora cada uma á distancia horisontal de 120 metros, e a 8 metros de profundidade; em rigor estas bombas podem aspirar agua a $9^m,5$ de profundidade, o que não succede a nenhumas outras. O orgão essencial da bomba Neut e Dumont é uma roda de pás curvas que gira dentro de uma caixa com um rapido movimento de rotação dado por uma machina de vapor; pela acção da força centrifuga que se desenvolve no movimento de rotação, e que actua do centro para a circumferencia, a agua que enche a caixa é impellida para a circumferencia d'onde passa a um canal por onde é levada de um modo continuo para onde necessario for; ao mesmo tempo no centro da caixa faz-se uma especie de vacuo que a pressão atmospherica tende a encher, impellindo para ahi a agua por dentro de um tubo de aspiração que estabelece a communicação entre o centro da caixa e o reservatorio da agua, o qual na exposição era o rio Sena.

Na bomba de Neut e Dumont, o eixo de rotação estando muito baixo, ha grande estabilidade; a fórma das pás e da caixa são muito bem combinadas, de modo que

não ha choque da agua contra as pás. Uns orificios especiaes permittem escapar-se o ar que tenderia a accumular-se no centro e que contrariaria a aspiração da agua. Diversos detalhes de construcção, como são as pontas de aço das extremidades do eixo de rotação, o systema lubrificador do eixo, a fórma em siphão dos tubos de aspiração e esgotamento, as rodas de fricção para moderar á vontade a velocidade do eixo, os repartimentos ou directrizes que forçam a agua a seguir um canal angular junto á circumferencia da caixa e cuja secção vae augmentando, evitando os redemoinhos que frequentes vezes se dão nas bombas centrifugas, etc., concorrem para o melhor modo por que funcciona a bomba centrifuga de Neut e Dumont. Os grandes typos d'esta bomba podem tirar 1:000 metros cubicos de agua por hora; o seu effeito attinge 65 por cento; nas de menores dimensões é 55 por cento. Póde esgotar aguas carregadas de corpos estranhos cujo diametro não exceda $0^m,05$.

Cabo telo-dynamico de Hirn.—Uma das bombas de Neut e Dumont que fazia o serviço hydraulico da exposição recebia movimento de uma locomovel a vapor de Calla, collocada a 150 metros de distancia; a transmissão era feita por um simples cabo sem fim de ferro formado de 36 fios torcidos como uma corda, tendo $0^m,008$ de diametro; era este o *cabo telo-dynamico* de Hirn, irmão do celebre physico de Logelbach; era uma das grandes novidades da exposição; em toda a distancia de 150 metros que mediava da bomba á locomovel, apenas uma roldana de grande diametro lhe servia de apoio no meio do transito.

Este novo modo de transmissão, pelo qual a força motriz se transmittia a distancia, é de uma notavel superioridade sobre as correias e outros modos ordinarios de transmissão; é sobretudo para certos trabalhos de agricultura, para esgotamento de pantanos, etc., que as vantagens d'este modo de transmissão são apreciaveis, permittindo collocar a força motriz em logar seguro e

commodo a qualquer distancia do logar para onde é preciso transmittir essa força. As roldanas para esta transmissão são de grande diametro, de ferro fundido, com uma garganta ou gorne forrado de gutta-percha; a velocidade dos fios de ferro ou aço deve comprehender-se entre 15 e 30 metros por segundo. Na segunda parte d'este relatorio veremos alguns resultados de experiencias feitas com o cabo telo-dynamico de Hirn. O nosso compatriota, cujo nome acima citámos, tambem fez acquisição d'este novo systema de transmissão, bem como de uma bomba de Neut e Dumont, para os trabalhos de dessecamento de pantanos.

4.º Um apparelho composto de quatro bombas elevatorias de Nillus.

5.º Duas bombas heliçoidaes de Coignard; n'estas bombas ha um tambor com pás em fórma de helices, contido em uma esphera ôca; são bombas de força centrifuga. Pelo movimento de rotação que recebe o tambor, a força centrifuga leva a agua para a circumferencia, e ficando uma diminuição de pressão no centro, a pressão atmospherica faz que a agua do reservatorio ali penetre subindo pelo tubo de aspiração. Para expulsar o ar que se poderia accumular no centro e que contrariaria o jogo da bomba, ha n'este systema uma pequena bomba que aspira do centro do apparelho ar e alguma agua e os lança fóra.

6.º Duas bombas aspirantes e prementes com balanceiro, de Thirion, uma tirando 150 metros cubicos, outra 100 metros cubicos por hora.

A bomba de Neut e Dumont aspirava a agua do rio Sena; as bombas de Coignard, Letestu, Nillus e Thirion aspiravam agua do grande lago; uma das bombas de Thirion que aspirava 100 metros cubicos de agua por hora alimentava o *aquarium*. As bombas de Scott e Sagey aspiravam agua do Sena, e enviavam-na para o reservatorio do Trocadero.

Ventilação da exposição.—Ventilar um edificio tão

vasto como o palacio da exposição, introduzindo incessantemente ar fresco e puro, e expulsando o ar viciado e aquecido pelo grande numero de visitantes que diariamente se agglomeravam no vasto edificio do campo de Marte, sem comtudo produzir correntes de ar que incommodassem o publico, tal era o problema que havia a resolver, e ao qual se oppunham alem das difficuldades inherentes á ventilação de todo o grande edificio em que se accumulam muitos individuos, outras provenientes da vizinhança das *caves* dos numerosos estabelecimentos culinarios que rodeiavam o palacio da exposição.

Para obter uma ventilação bastante efficaz, a commissão imperial resolveu auxiliar a ventilação natural com uma ventilação artificial produzida por meio de ventiladores.

Para a ventilação natural havia por baixo do palacio uma rede de galerias ellipticas concentricas e transversaes, communicando com uma grande galeria subterranea de 3 metros do largura, que envolvia todo o palacio, e que recebia o ar exterior por meio de dezeseis poços de ventilação de 3 metros de diametro situados a 20 metros de distancia da galeria exterior do palacio; este ar, tomado no parque, ía penetrar nas galerias do palacio por meio de largas aberturas feitas nos sobrados e cobertas de grades de ferro.

O systema de ventilação artificial, devido a mr. Mondesir, adoptado pela commissão imperial, consiste em fazer chegar na direcção do eixo do grande tubo de injecção do ar um outro pequeno tubo communicando com um recipiente de ar comprimido; o filete de ar comprimido encontrando um canal largo, expande-se e forma como que um pistão gazoso que arrasta uma consideravel massa de ar. Numerosas experiencias têem mostrado haver grande vantagem em empregar ar comprimido a baixa pressão e com pequena velocidade. N'este systema o consumo do combustivel, empregado nas machinas de vapor que movem as machinas de ventilação, cresce como

o quadrado da velocidade de arrastamento do ar do grande canal.

Machinas empregadas na ventilação da exposição.— A força motora empregada para ventilar o palacio da exposição era de 105 cavallos, dividida em quatro centros:

1.º Achava-se junto á ponte de Iena; era uma locomovel de Farcot, de 15 cavallos, que dava movimento a dois ventiladores do systema Perrigault.

2.º Existia na grande galeria das machinas; era da força de 25 cavallos, tomada em uma das grandes arvores de transmissão de movimento junto á plataforma d'esta galeria; dava movimento a dois grandes ventiladores de Perrigault.

3.º Junto ao annexo belga, no parque, lado SE.; era uma machina de vapor de 25 cavallos, dando movimento a tres bombas de ar.

4.º Na secção ingleza do parque, lado NO.; era uma machina de vapor de 40 cavallos, que dava movimento a duas bombas de ar.

Os ventiladores de Perrigault, de Rennes, são ventiladores duplos; cada um compõe-se de duas ventoinhas ou ventiladores simples; cada um d'estes tem uma roda com pás na circumferencia dispostas transversalmente e que se movem dentro de uma caixa; pela força centrifuga, desenvolvida no movimento de rotação, o ar é levado para a circumferencia, saíndo por um canal que com esta communica, ao mesmo tempo que o vacuo que se forma ao centro é preenchido pelo ar exterior que penetra por uma abertura central que tem a caixa da ventoinha; ora no systema Perrigault uma das ventoinhas aspira pelo centro o ar atmospherico ordinario e comprime-o lançando-o pelo tubo da circumferencia; e este tubo communica com a abertura central da caixa da outra ventoinha, de modo que esta aspira o ar já comprimido pela primeira, e pela acção da força centrifuga mais o comprime, e o lança pelo grosso canal de injecção da sua circumferencia.

As duas ventoinhas dos ventiladores de Perrigault acham-se montadas em uma mesma arvore, a qual tem uma roda entre ellas, por meio da qual recebe movimento de uma machina de vapor.

Os ventiladores duplos de Perrigault dão uma velocidade de 105 a 110 metros ao ar á saída, com uma pressão de 80 centimetros de agua; o seu effeito util regula de 40 a 50 por cento.

As bombas de ar, como é notorio, são bombas que simultaneamente aspiram ar por um lado e o comprimem por outro.

O volume de ar comprimido por todos os ventiladores da exposição era de 35:000 metros cubicos por hora á pressão de 30 a 80 centimetros de agua.

O ar comprimido pelos ventiladores era conduzido por tubos de ferro de 30 a 60 centimetros de diametro ás 16 galerias subterraneas na direcção das grandes ruas transversaes do palacio, produzindo um arrastamento na corrente do ar aspirado dos poços de ventilação com uma velocidade de 2 metros por segundo, o que dava uma ventilação de 700:000 metros cubicos por hora; de modo que cada duas horas proximamente o ar era completamente renovado dentro do grande palacio da exposição.

Serviço do gaz.—A distribuição do gaz era feita parallelamente á das aguas; o gaz vinha dos gazometros da cidade de París e chegava ao campo de Marte por um grosso tubo subterraneo de ferro fundido de $0^{m},50$ de diametro; bifurcava-se junto á ponte de Iena, entrando em dois enormes contadores, cada um dos quaes podia alimentar 5:000 bicos.

Dos contadores o gaz era conduzido em tubos subterraneos de $0^{m},35$ de diametro que irradiavam em todos os sentidos pelo parque, ramificando-se até não attingirem nos seus prolongamentos mais do que $0^{m},10$ de diametro.

Media esta canalisação 6:000 metros. Numerosos tubos delgados de chumbo entroncavam n'aquella canali-

sação e conduziam o gaz aos diversos candelabros e candieiros do parque, e a todos os estabelecimentos por elle disseminados e onde era necessario; mediam os tubos de chumbo 5:000 metros de extensão.

O gaz não era introduzido no palacio; e com effeito o palacio fechando ás seis horas, era inutil ter gaz no seu interior; alem de que era mais um risco de incendio.

Serviço da manutenção.—Sobre bases analogas foi estabelecido o serviço relativo á descarga dos objectos pesados e sua conducção aos seus respectivos logares no palacio da exposição; todos os constructores de guindastes, guinchos e mais machinas destinadas áquelle serviço, que a commissão imperial denominou de *manutenção,* foram considerados expositores da classe LII.

N'este ramo de serviço só houve na exposição machinas francezas e inglezas; apenas na secção prussiana para descarregar, conduzir e collocar a grande peça de Krupp, o seu constructor fez uso de um guindaste, que todavia foi retirado logoque desempenhada foi a sua tarefa.

Julgámos dever dar aqui uma noticia sobre o modo como na exposição se achavam organisados os serviços da distribuição das aguas, ventilação e illuminação, bem como o fornecimento da força motriz, não só por ser muito interessante e poder elucidar questões analogas que hajam de ser resolvidas no nosso paiz, mas tambem por nos parecer mais methodico no que temos a relatar sobre apparelhos de physica e machinas de vapor, com os quaes as machinas que desempenhavam aquelles importantes serviços têem muitas relações, algumas fazendo mesmo parte integrante do que a exposição apresentava de mais notavel nas classes que fazem o objecto d'este nosso trabalho.

INSTRUMENTOS DE PHYSICA

GOLPE DE VISTA GERAL SOBRE OS INSTRUMENTOS DE PHYSICA DA EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE 1867

Segundo a classificação adoptada pela commissão imperial na exposição universal de París em 1867, a industria physica estava representada na classe XII, cujo titulo era: *instrumentos de precisão e material do ensino das sciencias.* Continha esta classe as seguintes categorias: 1.º, instrumentos destinados ás indagações scientificas e ao ensino; 2.º, instrumentos especiaes de optica, microscopios, telescopios e lunetas; 3.º, instrumentos de precisão, reguas graduadas, estojos, niveis, circulos geodesicos, instrumentos para a navegação, etc.; 4.º, barometros e thermometros cuja fabricação tem por base o vidro; 5.º, apparelhos destinados a realisar uma idéa nova; preparações naturaes e artificiaes para o estudo da historia natural.

Vê-se pois, que a physica se comprehende n'esta classe, exceptuando certas industrias especiaes, como a telegraphia electrica e os pharoes, que faziam objecto das classes LXIV e LXV; mas, na mesma classe XII, se comprehendiam outros productos que nada têem com a physica. Não ha duvida que os objectos expostos na classe XII são difficeis de definir. Diversos instrumentos do material do ensino, são elles mesmos instrumen-

tos de algumas artes de applicação; por exemplo, os manometros, os thermometros, os niveis e tantos outros. Alguns apparelhos, primitivamente construidos com um fim exclusivamente scientifico, acharam posteriormente em certas artes e industrias especiaes, um uso tal, que podem figurar como material integrante e especial d'essas artes e industrias; por exemplo, as lentes achromaticas, que tanto podem figurar como objectos para o ensino da optica, como instrumentos especiaes da photographia; os rheostatos, as pilhas electricas, os galvanometros, etc., que tanto podem ser considerados como apparelhos para o estudo dos phenomenos electricos, como podem ser tomados por instrumentos especiaes do material de telegraphia electrica. Emfim muitos outros apparelhos, que seria longo enumerar, se acham no mesmo caso. Entretanto podiam ter sido separados d'esta classe os apparelhos que não pertencem propriamente á industria physica, como são, por exemplo, os modelos e preparações de historia natural. Emquanto ao enunciado do n.º 5 da distribuição da classe XII, é de uma ingenuidade ridicula, e fez rir muita gente, na parte que diz respeito aos *apparelhos destinados a realisar uma idéa nova*, como se a exposição em todas as classes não podesse apresentar apparelhos destinados a realisar idéas novas.

O que propriamente se chama *invenções* não havia na exposição, o que não admira, porque não se inventa todos os annos um apparelho de inducção, um espectroscopo, etc.; havia porém alguns novos apparelhos e certos aperfeiçoamentos em instrumentos já conhecidos, de que adiante fallaremos.

Os instrumentos e apparelhos de physica que mais sobresaíam no grande concurso internacional de 1867, eram, em apparelhos novos, uma machina geradora de electricidade, na qual se transformava o movimento em correntes electricas sem empregar magnetes, construida e exposta por Ladd, de Londres; o grande meteoro-

grapho do padre Secchi, illustre director do observatorio romano, instrumento que era um verdadeiro observatorio meteorologico, que continuadamente registava graphicamente e por meio da electricidade os diversos phenomenos que se passam na atmosphera, a temperatura, a pressão atmospherica, a chuva, o vento, a humidade, etc.; um novo telegrapho autographico de Lenoir, engenhoso apparelho de telegraphia electrica, que todos os dias funccionava na grande galeria do trabalho das artes usuaes, transmittindo e reproduzindo os fac-similes de escriptos, retratos, etc.; diversos apparelhos de acustica para medir os numeros de vibrações dos sons, entre os quaes merece especial menção o tonometro de Scheibler, obra prima de paciencia allemã, admiravelmente construido pelo insigne artista R. Kœnig. Taes eram as novidades que immediatamente prendiam a attenção dos visitantes.

Alem dos apparelhos que pela vez primeira se ostentavam na grande exposição de 1867, muitos outros se tornavam dignos de especial attenção pelos aperfeiçoamentos ou modificações que apresentavam e os faziam mais adequados aos usos a que se destinavam; taes eram os espectroscopos de 4 e 6 prismas construidos, segundo as indicações de Bunsen e Kirchhoff, pelo habil J. Duboscq, especialista em construcções de optica; o telegrapho de Morse com transmissor automatico de Siemens, construido pela casa Siemens e Halske, de Berlin; o telegrapho escrevente de Morse, modificado pelo nosso habil artista M. Hermann, e exposto pela administração das linhas telegraphicas portuguezas. Numerosas machinas electricas de Holtz, os apparelhos hoje mais da moda nos gabinetes de physica, transformação bella do movimento em electricidade, exemplos magnificos da universalidade do movimento, que permittem realisar lindas experiencias sobre os phenomenos electricos, achavam-se amplamente representadas no palacio do Campo de Marte, adornando as exposi-

ções franceza e prussiana na galeria das artes liberaes. Os pharoes electricos, essa recente applicação dos effeitos luminosos das correntes electricas desenvolvidas nos apparelhos de inducção magnetica, figuravam brilhantemente no parque do Campo de Marte; as duas grandes potencias rivaes na civilisação, a França e a Inglaterra, ostentavam cada uma o seu pharol electrico. O pharol francez já havia por si a experiencia de alguns annos que tem funccionado no Cabo de la Hêve, perto do Havre, na costa do norte da França.

Muitos outros apparelhos e instrumentos de physica abrilhantavam a exposição universal de 1867, cujas preciosas qualidades já se acham constatadas pela longa experiencia, e outros em que se notavam certos aperfeiçoamentos de menos importancia, mas que nem por isso deixavam de ter merecimento bastante em relação aos fins a que se destinavam.

No decurso d'este nosso trabalho teremos occasião de os citar e de descrever e analysar o que de mais notavel manifestavam. Não podemos porém deixar de mencionar desde já a bella e rica collecção de grandes apparelhos de optica para pharoes, que se ostentavam brilhantemente nas exposições franceza e ingleza da grande galeria do trabalho das artes usuaes, bem como os grandes pharoes que magestosamente se elevavam no parque do Campo de Marte. Os colossaes apparelhos de physica, destinados a uma das mais bellas applicações dos instrumentos de optica, que tão relevantes serviços prestam aos navegantes, mostravam bem os progressos que tem attingido a industria physica, e constituiam por certo um dos mais bellos ornamentos do grande concurso internacional de 1867.

As nações mais bem representadas na classe XII, eram a França, Inglaterra, Prussia e Suissa; algumas não apresentavam expositor algum de instrumentos de physica: taes eram a Grecia, Hespanha, Dinamarca, etc. Na maior parte dos objectos expostos n'esta classe

faltava toda a especie de esclarecimentos; emquanto que na secção das machinas, muitos dos objectos expostos tinham um preceptor que se prestava a dar os esclarecimentos e as explicações necessarias; na secção dos apparelhos de physica, nem ao menos cada objecto tinha um bilhete que indicasse o seu fim e as suas propriedades capitaes; de modo que o publico difficilmente podia comprehender e interessar-se pelos apparelhos que via fechados nas vitrinas; apenas a secção franceza tinha um agente geral, que já tinha sido encarregado do mesmo serviço na exposição do Porto, e que se prestava a dár alguns esclarecimentos, mas do qual se não podia rasoavelmente exigir o conhecimento technico de tão grande e variada collecção de instrumentos e apparelhos de physica, como era aquella que abrilhantava a exposição franceza n'esta classe.

Depois da França era á Prussia que pertenciam as honras da classe XII; não que fosse grande o numero de expositores de apparelhos de physica, pois apenas contava 14, mas pela belleza dos objectos expostos. A Suissa tinha uma exposição pequena, mas interessante feita pela sociedade genebreza para os progressos das sciencias. A Inglaterra apresentava uma bella exposição, porém só na parte relativa á optica; no resto pouco tinha de notavel. Portugal apresentou poucos instrumentos, mas eram dignos de menção; sobresaíam os que foram construidos no instituto industrial de Lisboa.

Os objectos expostos na classe XII achavam-se collocados na galeria II, denominada do material das artes liberaes, que era a terceira galeria concentrica a contar do centro do grande edificio. N'esta mesma galeria se achavam expostos os instrumentos de musica; pianos em grande numero dispostos na vizinhança dos instrumentos de physica faziam um continuado barulho. Tocadores de ambos os sexos e de diversas nacionalidades, frequentes vezes faziam ouvir os sons d'aquelles instrumentos,

manifestando as suas qualidades acusticas, e ao mesmo tempo que faziam ver a sua habilidade aos numerosos ouvintes que n'esta galeria se accumulavam, tratavam tambem de vender alguma peça da sua composição. A classe XII deve-lhes agradecimentos, porque, attrahindo muitos visitantes, chamavam forçosamente a attenção do publico, que em grande parte, se não fôra isso, passaria despercebidamente diante dos bellos e magnificos especimens de industria physica.

I

ELECTRICIDADE

Sobre esta interessante parte da physica, a mais prodigiosa e aquella que mais progressos tem feito n'este seculo, abundavam os apparelhos na exposição; os mais notaveis eram o grande apparelho de inducção de Ruhmkorff, a nova machina electrica de Holtz, da qual havia tantos exemplares, sobretudo na exposição prussiana, a nova machina electrica de Winter, á qual disputa a primazia da invenção G. Hempel, um novo thermorheometro de Gaiffe, a machina magneto-electrica da companhia Alliança, e uma nova machina magneto-electrica imaginada por Ladd, em Londres, que era de certo um dos mais curiosos objectos da exposição ingleza.

Grande apparelho de Ruhmkorff.—Se Ruhmkorff não tivesse a sua reputação feita ha muitos annos, a sua celebre bobine immediatamente o collocaria em primeiro logar; sobre esta bobine composta de dois fios de cobre isolados, um curto e grosso onde continuamente está passando e interrompendo-se alternadamente uma corrente voltaica, outro delgado e comprido enrolado sobre o primeiro, e no qual se desenvolvem correntes induzidas alternadamente inversas e directas, de alta tensão, que produzem os mais brilhantes phenomenos electri-

cos, não repetiremos o que está em todos os livros de physica; só diremos que até hoje, debaixo de todos os pontos de vista, quer considerado scientificamente, quer considerado em relação ao grande numero de applicações a que se presta, é o apparelho de inducção de Ruhmkorff um dos mais notaveis apparelhos da physica moderna; elle veiu augmentar os effeitos maravilhosos da parte mais maravilhosa da physica, a electricidade.

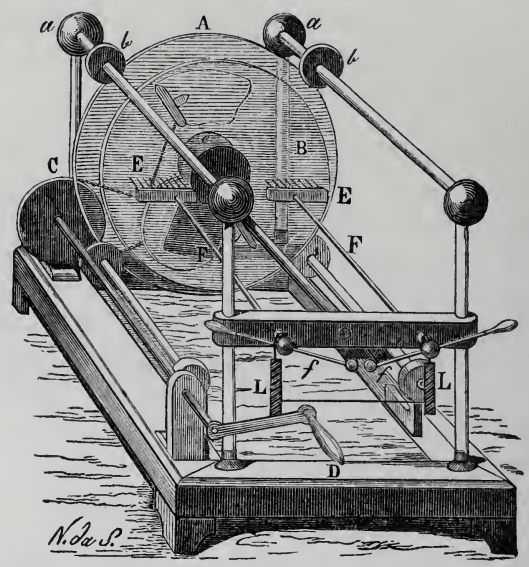
O apparelho exposto por Ruhmkorff é dos maiores até hoje construidos pelo celebre artista; é destinado para o gabinete de physica da universidade de Coimbra. Um cylindro de caoutchouc endurecido, adoptado por Ruhmkorff nos modernos apparelhos, envolve a bobine, dando a esta um maior grau de isolamento do que aquelle que possuiam os apparelhos mais antigos, d'onde resulta maior superioridade nos seus effeitos.

Instrumentos expostos por Ruhmkorff.—Dos objectos expostos pelo habil e modesto artista Ruhmkorff, os mais notaveis, alem da celebre bobine, eram: um enorme electro-iman, cuja attracção magnetica é capaz de sustentar um peso de 15:000 kilogrammas, e produz um desvio de 40° no angulo de polarisação da luz; este magnifico e possante electro-iman produz uma rapida transformação do trabalho mechanico em calor, fazendo, dentro de um minuto, tornar-se elevadissima a temperatura de um disco de cobre que gire com grande velocidade defronte dos seus polos; uma bella bussola de tangentes, de Gaugain, para avaliar a intensidade das correntes electricas, uma pilha thermo-electrica de sulphureto de cobre, um pyrometro de Becquerel, e uma excellente machina electrica de Holtz.

Machina de Holtz.—Sendo de invenção recente, a nova machina electrica de Holtz é ainda pouco conhecida; daremos por isso aqui uma breve noticia. É uma machina electrica de influencia, que parece ter sido imaginada por Töpler, em Riga, mas que Holtz, habil constructor de instrumentos de precisão em Berlin, realisou

e divulgou de modo que tomou o seu nome, com o qual é conhecida por toda a parte.

Compõe-se a machina de Holtz de dois discos de vidro parallelos muito proximos, distando apenas de 3 ou 4 millimetros; um dos discos *A* é fixo e tem nas extremidades do diametro duas fendas a cujos bordos estão



Machina electrica de Holtz, construida por Ruhmkorff, de París

colladas tiras de papel envernizado; o outro disco *B* é um pouco menor que o primeiro, e recebe um rapido movimento de rotação em torno de um eixo horisontal, por meio de uma manivela *D*, rodas *C c*, e uma correia. Columnas e hastes de vidro sustêem anneis *b b*, que mantêem o disco fixo. Perto do disco girante e olhando para elle ha umas peças metallicas *E* armadas de pontas fixas a duas hastes conductoras metallicas *F*.

Approximando das fachas de papel envernizado um cylindro ou lamina de caoutchouc endurecido, previamente esfregado com um panno de lã, e portanto electrisado, a superficie do papel electrisa-se por influencia ou

inducção, e, dando movimento de rotação ao disco de vidro movel, desenvolve-se uma enorme quantidade de electricidade n'este disco e portanto nos conductores metallicos, de modo que terminando-os por umas pequenas hastes *f* de latão com bolas nas extremidades, obtem-se uma serie não interrompida de faíscas entre as bolas *f*. A pequena porção de electricidade que primitivamente se fornece á machina directamente, multiplica-se prodigiosamente pelo movimento; é uma transformação do trabalho mechanico da manivela em electricidade, a qual não é portanto senão um outro modo de movimento.

Suspendendo nas hastes conductoras duas pequenas garrafas de Leyde *L*, communicando entre si pelas armaduras exteriores, de modo que as suas armaduras interiores communiquem com os conductores metallicos em cujas extremidades estão as pontas metallicas, augmenta-se extraordinariamente a tensão da electricidade, de modo que se obtem faíscas enormes cuja luz é branca e brilhante. Sem os condensadores as faíscas são mais fracas e de uma côr roxa.

A machina de Holtz dá, em tempo secco, mesmo com discos de pequenas dimensões, faíscas muito grandes. A que foi construida por Ruhmkorff para o gabinete de physica do instituto industrial de Lisboa tem discos de $0^m,45$ e dá faíscas que attingem $0^m,15$.

Em resumo, a machina de Holtz é uma invenção muito feliz, que dá bellos resultados na pratica quando é collocada em circumstancias favoraveis, e que apresenta um magnifico exemplo da multiplicação das forças electricas, pela transformação do movimento em electricidade; todas estas qualidades justificam a sua grande reputação e o ter-se tornado o apparelho de physica da moda. A figura representa a machina exposta por Ruhmkorff, de París.

Havia na exposição muitas machinas de Holtz, sobretudo na secção prussiana, de diversas grandezas e com

algumas modificações na sua disposição. Na secção russa havia uma machina multipla composta de muitos discos, devida a Töpler, e construida por Wesselhoft; os effeitos porém não correspondiam á complicação do instrumento; eram inferiores aos das machinas de dois discos de Holtz.

Machina electrica de Winter.—Viam-se nas exposições austriaca, franceza e italiana exemplares de uma machina electrica, que differe na sua disposição da machina electrica ordinaria, e que é devida a C. Winter, de Vienna de Austria. É sabido que nas machinas electricas ordinarias se perde grande parte das electricidades contrarias desenvolvidas pela fricção do vidro sobre as almofadas; a grande proximidade a que os pentes aspiradores metallicos guarnecidos de pontas se acham das almofadas e da massa metallica do eixo de rotação, enfraquece consideravelmente a acção do vidro electrisado sobre os pontos mais remotos dos conductores.

Pretende-se na nova machina evitar estes inconvenientes.

Eis-aqui uma noticia breve e resumida da nova machina electrica, como se achava na exposição, e como foi construida por Hempel, habil artista allemão estabelecido em París, para a faculdade das sciencias d'esta cidade. Na machina de Hempel, como tambem é denominada a machina da invenção do constructor austriaco, ha um só friccionador collocado na extremidade de um dos diametros do disco de vidro; este friccionador está fixo sobre uma grande esphera metallica isolada; defronte da outra extremidade d'este diametro está uma grande esphera metallica isolada tendo dois anneis de madeira guarnecidos de ligeiras superficies ponteagudas que olham para as duas faces do disco de vidro. Sobre a esphera metallica que communica com o friccionador recolhe-se a electricidade negativa n'elle desenvolvida durante o movimento de rotação do disco; sobre a outra esphera recolhe-se a electricidade positiva.

O disco é de grandes dimensões e o seu eixo é de vidro. Com esta machina obtem-se grandes faíscas; com discos de $0^m,70$ de diametro attingem alguns decimetros de extensão.

A machina de Hempel apresenta vantagens sobre as outras machinas quando se pretende grande tensão no fluido electrico; succede porém o contrario quando se quer desenvolver grandes quantidades de electricidade.

Tubos de Geissler.—Ainda não ha muitos annos que um só constructor, M. Geissler, de Bonn, na Prussia, sabia construir tubos de vidro de fórmas variadas contendo gazes ou vapores excessivamente rarefeitos. Como é sabido, as descargas electricas fazendo-se através d'estas materias excessivamente tenues, produzem effeitos luminosos extremamente notaveis. Todos conhecem os magnificos effeitos que produzem as correntes de inducção do apparelho de Ruhmkorff quando passam através da materia rarefeita; luzes variadas, phosphorescencia, estratificação e movimento vibratorio, taes são os principaes phenomenos que então se observam e cuja explicação tanto tem embaraçado os physicos. A nova machina de Holtz presta-se com toda a facilidade á producção de todos aquelles phenomenos.

Os tubos que, com o nome do seu auctor e primeiro constructor, servem para os phenomenos luminosos das correntes de inducção no vacuo de diversos gazes e vapores, têem-se divulgado espantosamente, e já a sua construcção não é uma arte exclusiva do seu inventor; outros artistas têem conseguido faze-los, e entre elles tem sobresaído um joven e habil constructor francez, Alvergniat.

Havia na exposição grande profusão de tubos de Geissler; brilhavam principalmente os de seu auctor, constructor de instrumentos de precisão em Bonn, e sobre tudo os de Alvergniat; os d'este ultimo eram os mais variados; e que denotavam mais graça e phantasia n'este novo ramo da industria physica de trabalhos em vidro.

Nova experiencia sobre a descarga electrica em tubos de Geissler.—A proposito de tubos de Geissler, os quaes são mui difficeis de construir, sobretudo quando os gazes ou vapores devem ser muito rarefeitos, devemos dizer que ultimamente o distincto fabricante prussiano construiu um pequeno tubo de vidro tendo o vacuo feito com tal perfeição que toda a passagem da electricidade é extremamente difficil, ou, para melhor dizer, interdicta; citaremos a este respeito a seguinte experiencia que Ruhmkorff teve a benevolencia de fazer na nossa presença, e que pela novidade merece ser descripta.

Eis em que consiste a dita experiencia: dos polos induzidos de um apparelho de inducção partem dois circuitos; em um existe o pequeno tubo de que acabâmos de fallar, contendo o vacuo excessivamente bem feito e tendo dois fios de platina distando um do outro apenas 1 millimetro; no outro circuito existe um grande tubo de vidro de 6 metros de comprimento, contendo o ar rarefeito apenas á pressão de 2 ou 3 millimetros; parece á primeira vista que apresentando o circuito do primeiro tubo muito menor resistencia á passagem da electricidade do que o segundo, seria pelo primeiro que as descargas se fariam; pois é justamente o contrario que succede; a electricidade passa pelo grande tubo dentro do qual se vê um extenso jacto de luz roxa. É pois a prova manifesta de que é necessaria a presença da materia para a propagação da electricidade.

Machina magneto-dynamica de Ladd.—Dos diversos apparelhos relativos á electricidade, que figuravam na exposição universal de 1867, o mais notavel pela sua originalidade era sem duvida uma machina devida a W. Ladd, de Londres, que seu auctor denominou machina *magneto-dynamica*, a qual se achava na secção ingleza da galeria das machinas. Era esta machina uma simplificação e aperfeiçoamento da machina de Wild.

Eis o principio da machina magneto-electrica apresentada por Wild em 1866 á sociedade real de Londres.

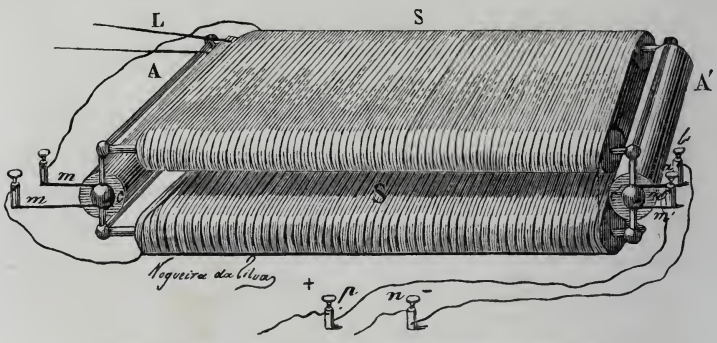
Como é sabido, quando defronte dos polos de um magnete gira uma bobine, desenvolvem-se, no fio conductor d'esta, correntes induzidas alternadamente directas e inversas; se estas correntes passarem no fio das bobines de um electro-iman, este será magnetisado, adquirindo uma força magnetica superior á do primitivo magnete permanente; se defronte dos polos d'este electro-iman girar uma outra bobine, no fio conductor d'esta desenvolver-se-hão correntes induzidas mais intensas, que por sua vez poderão magnetisar outro electro-iman, e assim successivamente, de um modo, por assim dizer, indefinido, se poderá multiplicar a força magnetica ou electrica que serviu de ponto de partida.

Na disposição adoptada na machina de Wild a corrente desenvolvida na bobine da armadura girante de uns pequenos magnetes vae actuar um grande electro-iman, cuja armadura girante tem uma bobine onde se desenvolvem as correntes cuja intensidade é tal, que com 16 pequenos magnetes permanentes, podendo cada um sustentar 10 kilogrammas pela attracção magnetica, e uma armadura de $0^m,18$ de diametro, obtem-se no grande electro-iman uma força magnetica capaz de levantar 5:000 kilogrammas, e a corrente electrica desenvolvida no fio da bobine queima parallelipipedos de carvão tendo $0^m,02$ de lado.

A machina de Ladd é porém muito mais simples; aqui são supprimidos os magnetes permanentes da machina de Wild; o simples magnetismo que geralmente possue qualquer ferro, e que em caso de necessidade se lhe póde dar por meio de uma pequena pilha, é sufficiente para desenvolver correntes intensas por meio do movimento de rotação impresso ás armaduras.

A machina de Ladd que figurava na exposição consta de duas grandes placas parallelas de ferro macio *S*, tendo $0^m,60$ de comprimento e $0^m,30$ de largura, em torno das quaes está enrolado um grosso fio de cobre isolado; as placas têem nos extremos dois cylindros de ferro ma-

cio dentro dos quaes giram duas armaduras de Siemens *A, A'* de ferro macio, que têem a fórma de cylindros, apresentando umas chanfraduras longitudinaes, nas quaes se acha enrolado no sentido do comprimento dos cylindros um fio de cobre isolado; o fio de uma d'estas armaduras *A* está sempre em communicação com o fio das placas por meio das molas *m* de um commutador *c* que tem no seu eixo; as extremidades do fio da outra armadura *A'* estão fixas nos extremos de um com-



Nova machina magneto-dynamica, exposta por Ladd, de Londres

mutador *c'* que está montado sobre o seu eixo; as molas *m'm'* que se apoiam sobre as faces d'este commutador estão fixas aos botões *a b* que communicam com *p, n.*

Dando movimento de rotação a ambas as armaduras por meio de uma machina de vapor, tendo previamente feito passar no fio das placas a corrente de uma pequena pilha, observa-se que logoque começa o movimento desenvolvem-se no fio da armadura *A'* correntes que adquirem grande energia successivamente, de modo que a força multiplica-se. O que ha de mais notavel é que logoque começa o movimento póde supprimir-se para sempre a pilha, de modo que se depois de estar a machina por muito tempo em repouso se torna a imprimir-lhe movimento, obtêem-se outra vez correntes electricas sem ser preciso empregar pilha alguma. Em rigor nunca é preciso empregar a pilha; o simples magnetismo que o ferro

sempre possue mais ou menos é sufficiente para desenvolver as correntes pelo movimento de rotação impresso ás armaduras. Que bello exemplo de transformação do trabalho mechanico em electricidade! e que grandiosa manifestação de um modo differente do movimento!

A machina magneto-dynamica de Ladd achava-se na secção ingleza da grande galeria do trabalho das artes usuaes; recebia movimento por meio de correias *L* de uma das grandes arvores de transmissão collocada junto á plataforma da dita galeria. A electricidade que ella fornecia, e que se recebia nos polos *p, n*, era bastante para tornar incandescentes fios de platina de mais de 1 metro de comprimento, cujas extremidades se faziam communicar com os polos *p, n*. Fazendo communicar estes polos com dois carvões, obtinha-se entre estes uma bella luz electrica equivalente á que produzem 30 elementos de Bunsen.

Em França a companhia Alliança comprou o privilegio da machina de Wild, porém não a tem applicado por a julgar menos vantajosa do que as suas machinas magneto-electricas; um dos inconvenientes que tem, tanto a machina de Wild como a de Ladd, é exigirem um movimento muito mais rapido do que as machinas magneto-electricas ordinarias, como aquellas de que é proprietaria a companhia Alliança, e das quaes se achavam varios exemplares na exposição; por muito conhecidas e por se acharem descriptas em muitos livros de physica, aqui as não descrevo.

Machina dynamo-electrica de Siemens.—Devemos tambem dizer que na exposição prussiana os conhecidos e habeis constructores Siemens e Halske, de Berlin, apresentaram uma machina denominada dynamo-electrica, na qual se obtinha tambem o desenvolvimento de correntes electricas por meio do movimento, sem empregar magnetes permanentes. Esta machina não foi experimentada, porque durante o seu transporte entortou-se um dos eixos, o que a impossibilitou de funccionar.

Eis a descripção d'esta machina dynamo-electrica, segundo uma memoria apresentada pelo seu auctor, Werner Siemens, á academia das sciencias de Berlin, em 17 de janeiro de 1867.

Na machina de Siemens ha uma armadura que recebe um rapido movimento de rotação; esta armadura, de invenção do seu auctor, compõe-se, como já dissemos, de um cylindro de ferro macio, tendo no sentido do comprimento umas gargantas, de modo que a sua secção apresenta umas chanfraduras, dentro das quaes passa um fio de cobre isolado que se enrola pois no sentido do comprimento; em toda a sua extensão este cylindro é envolvido pelos polos de um electro-iman o mais perto possivel. Este electro-iman, activado a principio por uma pilha desenvolve correntes na armadura movel; esta pelo movimento de rotação transmitte ao electro-iman que está no mesmo circuito as correntes do mesmo sentido que assim augmentam rapidamente de intensidade: a inercia magnetica do electro-iman é sufficiente para reter, sem diminuição sensivel, durante as mudanças de sentido das correntes o magnetismo que lhe foi communicado.

O sentido da corrente electrica n'este apparelho depende da polaridade do magnetismo remanescente do electro-iman; se se fizer passar no fio d'este electro-iman uma corrente que inverta o sentido da polarisação, as correntes electricas que depois se desenvolverem pelo movimento terão um sentido inverso.

Não tive occasião de ver funccionar na exposição a machina dynamo-electrica de Siemens, porque como já disse, se impossibilitou durante o seu transporte, mas não se póde deixar de ver na machina do illustre constructor prussiano um aperfeiçoamento da machina de Wild, e o principio da machina de Ladd, á qual sem duvida alguma é anterior.

Na machina do constructor inglez Ladd, que tanta admiração causou, e que justamente attrahia numerosa

concorrencia todas as vezes que projectava os seus feixes luminosos pela secção ingleza da grande galeria das machinas, ha com effeito a volta da corrente sobre si mesma, augmentando e multiplicando incessantemente a sua intensidade, como na machina de Siemens. O que propriamente constitue um elemento novo na machina de Ladd é a segunda armadura.

Tanto na machina de Ladd como na de Siemens não ha magnetes permanentes, o que é altamente vantajoso, porque os magnetes permanentes com o tempo perdem da sua força; alem d'isso a força das machinas com magnetes permanentes não cresce como as dimensões d'estes, porque a força magnetica dos imans cresce menos rapidamente do que a massa do seu aço, e quando se empregam muitos magnetes pequenos, a sua acção enfraquece-se mutuamente. D'aqui resulta que as possantes machinas magneto-electricas com imans permanentes têem de ter dimensões enormes, o que não acontece áquellas que são compostas de electro-imans.

Motores electricos.—Está ainda longe de ser resolvido o problema dos motores electricos. A transformação do calor em movimento continua ainda a reinar sem rival. Se se podesse transformar directamente a electricidade em movimento de um modo bastante pratico e pouco dispendioso, os resultados por certo que seriam prodigiosos, mas todos os motores electricos até hoje imaginados empregam como intermediario o magnetismo entre a electricidade e o movimento; d'aqui resulta que para obter uma certa força susceptivel de fazer algum trabalho industrial é preciso empregar grandes apparelhos alimentados por pilhas energicas.

Emquanto a fonte de electricidade for a acção chimica, os motores electricos hão de ser muito dispendiosos; o trabalho mechanico produzido por um motor electrico custa geralmente vinte vezes mais que o das machinas de vapor.

Na actualidade o problema inverso, da transformação

do trabalho em electricidade, está em melhor via de solução.

Havia na exposição alguns modelos de motores electro-magneticos; os mais notaveis eram: um exposto pelo corpo de engenheria do imperio da Russia, que se fazia admirar pelas suas pequenas dimensões, e possuia uma engenhosa disposição, segundo a qual os electro-imans eram attrahidos por outros electro-imans em logar de ser por armaduras; e outro motor exposto na secção franceza por Chasseleux, no qual se utilisava o magnetismo remanescente dos electro-imans, que geralmente costuma contrariar o movimento na maior parte dos apparelhos.

Thermo-rheometro de Gaiffe. — No meio de diversos apparelhos expostos por L. Gaiffe figurava na secção franceza da galeria das artes liberaes um novo instrumento destinado a medir o calor gerado pelas correntes electricas, o qual merece ser descripto.

O novo instrumento denominado pelo seu auctor *thermo-rheometro* consta de um thermometro com a haste calibrada e com divisões arbitrarias, tendo um reservatorio disposto perpendicularmente; em cada um dos extremos do reservatorio está soldado um fio de platina de $0^m,0025$ de diametro, por meio de uma manga de um vidro especial que se dilata tanto como a platina. Uma capsula envolve o reservatorio e contém gêlo, que serve para fazer baixar a temperatura a 0° depois de cada experiencia; o reservatorio é preservado do contacto immediato do gêlo por meio de uma bainha de caoutchouc. É pelos fios de platina que se faz passar a corrente electrica, a qual atravessa e aquece o mercurio; o thermometro indica a elevação de temperatura.

Apparelho de Bourbouse para a demonstração das leis da quéda dos corpos. — O conhecido constructor francez Bourbouse expoz um novo apparelho electrico de sua invenção, destinado á verificação das leis da quéda dos graves. Consta este novo instrumento de um cylindro

montado sobre o mesmo eixo que uma roldana como a da machina de Atoowd; esta roldana tem um fio de seda que sustém nas suas extremidades pesos iguaes; sobre um d'estes pesos colloca-se um pequeno peso addicional. Ao lado ha uma columna, tendo um cursor annular destinado a fazer parar em diversas alturas o dito peso addicional. Tem ainda o apparelho dois electro-imans animados por uma mesma corrente, e uma lamina vibrante que mede tempos iguaes pelas suas vibrações, e que tem uma mola articulada e flexivel.

Os electro-imans põem simultaneamente em movimento os pesos e a lamina vibrante; sobre o cylindro está enrolada uma folha de papel revestido de negro de fumo, sobre o qual toca ligeiramente a pequena mola; é quando se interrompe a corrente dos electro-imans que os pesos cáem, a lamina começa a vibrar e o cylindro gira arrastado pelos pesos; a mola traça sobre o negro de fumo uma curva em zigue-zague, na qual se verificam as leis da acceleração, logoque o peso addicional é abandonado. As vibrações da lamina medem os tempos, os caminhos percorridos pelos pesos medem os espaços andados.

Reguladores da luz electrica. — Havia na exposição uma grande profusão de reguladores da luz electrica; os mais notaveis eram os de Duboscq, Serrin e Foucault. São muito conhecidos todos estes apparelhos. Todos elles são dignos de menção; o que apresenta maior fixidez é o de Foucault, mas o que tem sido mais experimentado nas diversas applicações industriaes é o regulador de Serrin; e com effeito tem prestado grandes serviços em trabalhos de noite, como foram os que se verificaram em Cherbourg para a construcção do forte de Chavagnac, no caminho de ferro do meio dia da França, no caminho de ferro do norte de Hespanha, etc.; para estes ultimos trabalhos, na abertura das grandes excavações e tuneis da serra do Guadarrama, funccionaram 20 reguladores de luz electrica de Serrin, que illuminaram as

obras d'aquella gigantesca empreza durante 10:000 horas de noite.

Os dois pharoes electricos actualmente accesos na costa do norte da França empregam o regulador de Serrin; é com effeito este regulador um dos mais convenientes para a luz electrica produzida com machinas magneto-electricas. Em numerosas festas de noite, nas quaes a luz electrica foi applicada, em París, nos jardins, praças, etc., foi o regulador de Serrin o mais geralmente empregado. Na grande festa dada na noite de 10 de junho de 1867, no jardim das Tulherias, por occasião da visita do imperador da Russia, funccionaram nada menos de trinta e tres lampadas munidas d'aquelle regulador, innundando de jorros de luz electrica aquelle recinto, e produzindo effeitos verdadeiramente deslumbrantes.

Figurava na exposição de Serrin uma grande variedade dos seus reguladores da luz electrica de diversas dimensões e fórmas, uns destinados a experiencias de cursos publicos em amphitheatro, outros para pharoes, uns para as correntes voltaicas, outros para as correntes das machinas magneto-electricas, uns destinados a illuminações de trabalhos de noite com os seus reflectores parabolicos lançando a luz de cima para baixo, outros com reflectores ellipticos enviando a luz de baixo para cima, outros para a illuminação submarina, outros para produzir a luz dentro da agua, outros com movimentos projectando os feixes luminosos successivamente em differentes direcções; emfim outros com globos de diversas cores que dispersavam os feixes luminosos em todos os sentidos. Esta rica collecção era acompanhada de photographias obtidas com estes apparelhos, bem como de uma serie de commutadores para estabelecer, interromper, e dirigir as correntes para diversos apparelhos da luz electrica, e produzir effeitos multiplos e variados.

Apparelhos electricos diversos. — Não terminaremos esta noticia sobre os apparelhos electricos da exposição

sem citar uma bella collecção de apparelhos expostos pelo habil engenheiro e constructor de instrumentos de precisão E. Hardy, entre os quaes merecem especial menção uma pendula electrica, um chronographo de Martin de Brettes para medir tempos muito curtos, especialmente destinado a experiencias de artilheria e balistica, similhante a um instrumento do mesmo auctor que possue a nossa escola naval, um chronographo de Foucault para medir tempos mais longos, um polytropo de Sire para demonstrar as propriedades dos corpos em rotação, etc.

Alem d'estes instrumentos eram dignos tambem de menção uma pendula electrica, systema Froment, construida pelo seu successor Dumoulin-Froment, um chronographo de Schultz, e outro de Bahsforth, e um freio electrico de Achard destinado, por meio da electricidade, a exercer grandes fricções para diminuir rapidamente as velocidades dos comboyos, e que, segundo o seu auctor, é bastante efficaz para velocidades de 40 a 90 kilometros

Citaremos ainda tres chronographos, um de pendulo, outro de cylindro e outro de barra cadente, destinados a medir tempos muito curtos, construidos e expostos por Glœsener na secção belga da classe XII, bem como um relogio electrico e um multiplicador e registrador duplo do mesmo auctor.

II

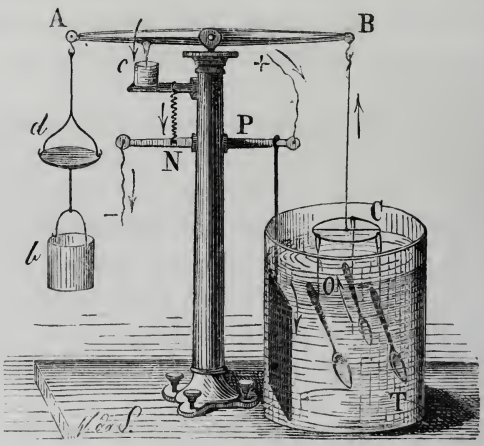
GALVANOPLASTICA

Uma das bellas applicações dos effeitos chimicos das correntes galvanicas, a galvanoplastica, achava-se amplamente representada na exposição universal de París.

São conhecidos os magnificos resultados obtidos pela casa Christofle e C.ª, tanto no revestimento de superficies, depondo os metaes sobre diversos objectos, como na propria reproducção dos mesmos objectos, fazendo

depor os metaes sobre os respectivos moldes, precipitando em qualquer dos casos os metaes das suas dissoluções por meio da corrente electrica.

Via-se no parque do Campo de Marte um kiosque contendo uma collecção de diversos objectos reproduzidos, outros revestidos de prata, cobre, oiro, etc., expostos pelo habil artista Roseleur. Vimos n'esta exposição



Balança metallo-metrica, de Roseleur, de Paris

uma balança, invenção do expositor, e por elle denominada *metallo-metrica*, a qual é muito simples e engenhosa, e cujo fim é determinar rigorosamente a quantidade de metal deposta sobre o objecto a revestir, o que é de grande vantagem.

Balança metallo-metrica de Roseleur. — É este instrumento uma balança de braços iguaes; á extremidade de um pende um grande circulo metallico *C*, ao qual se suspendem os objectos a revestir de metal; mergulham estes objectos *O* no respectivo banho contido em uma tina de vidro *T*. Ao outro braço pende um pequeno prato *d*, tendo por baixo suspenso um balde *b*. Ao meio d'este braço está fixa na parte inferior uma agulha metallica que mergulha em mercurio contido na capsula *c* quando o travessão *A B* está horisontal. O circuito da pilha, cuja

corrente deve decompor o banho metallico, só está fechado quando aquella agulha toca no mercurio.

Eis como este instrumento regula automaticamente o peso da camada metallica que deve ser deposta sobre o objecto por meio da electricidade.

Supponhamos que se querrem revestir de oiro doze colhéres de prata, depondo 6 grammas de oiro sobre cada uma. Para isso suspendem-se todas as colhéres ao circulo metallico *C* da balança, de modo que mergulhem completamente no banho de oiro contido na tina; esta suspensão faz-se por meio de fios de cobre; collocam-se pesos no pequeno prato *d* da balança até ficar o travessão horisontal, e depois deitam-se 72 grammas de chumbo ou areia no balde *b;* immediatamente o travessão inclinará para o lado do balde, e portanto fará mergulhar mais a agulha no mercurio da capsula *C,* d'onde resulta fechar-se o circuito da pilha, cuja corrente, passando através do banho de oiro, decompõe-no, depositando-se o oiro sobre as colhéres, cujo peso assim vae augmentando; em este excedendo os 72 grammas, 6 grammas por cada uma, a balança levanta do lado do balde e inclina para o lado opposto, a agulha sáe fóra do mercurio, o circuito da pilha rompe-se, a corrente deixa de passar, e cessa a acção chimica no banho de oiro.

Se por acaso alguma porção de oiro deposto sobre as colhéres se torna a dissolver no banho, a balança inclinando logo para o lado opposto, faz mergulhar a agulha metallica no mercurio da capsula, fecha-se o circuito da pilha, e restabelece-se a acção voltaica, e portanto a decomposição chimica do banho, até se depor outra vez sobre as colhéres a quantidade de oiro precisa para perfazer os 72 grammas.

Escusado é advertir que o pólo negativo da pilha deve communicar com o circulo metallico da balança, e o positivo com o liquido do banho; para isso fixa-se o electrodo positivo da pilha a um botão de uma haste metallica *P,* á qual está suspensa uma lamina de cobre,

(melhor seria de oiro) que mergulha no banho de oiro, e o electrodo negativo fixa-se ao botão de uma haste metallica *N* que communica com aquella que sustém a capsula com mercurio. As hastes *P, N* estão isoladas da columna da balança, por meio de laminas de marfim.

III

TELEGRAPHIA ELECTRICA

Data o nascimento da telegraphia electrica do anno de 1837! Desde essa epocha que aperfeiçoamentos! Ha apenas trinta annos que começou a divulgação d'esta bella applicação da electricidade, e quantos progressos já tem feito?

Era na classe LXIV que na exposição universal de 1867 se achavam representados o material e os processos de telegraphia electrica.

Era a secção franceza a mais completa na exposição da classe LXIV. Não só o numero de expositores era consideravel, mas tambem a variedade e qualidade dos objectos expostos a faziam sobresaír e figurar em primeiro logar. Alem dos principaes inventores e constructores, Digney, Bréguet, Vinay, Froment, etc., que apresentaram os seus apparelhos, em que dominavam as disposições por elles imaginadas e os typos que mais preferiam, havia a exposição da administração das linhas telegraphicas francezas, que era um verdadeiro museu de todos os apparelhos e mais accessorios em uso na exploração e no serviço da telegraphia internacional.

O apparelho Morse continua a ser o telegrapho internacional. — Continua a vigorar e a ser geral o uso do telegrapho escrevente de Morse, mais ou menos modificado, no serviço das linhas internacionaes; e com effeito todas as nações que apresentaram algum objecto na classe LXIV expozeram algum telegrapho de Morse mais

ou menos modificado. O systema Digney para a escripta dos signaes a tinta, é o mais geralmente adoptado; assim, exceptuando Portugal, vimos em quasi todas as nações, que expozeram na classe LXIV, apparelhos em que era empregado o systema de Digney mais ou menos modificado.

Telegrapho escrevente Digney.—É sabido que no systema Digney o receptor tem um disco metallico que póde girar em torno do seu eixo, e que está em contacto com um rolo embebido de tinta. Uma fita de papel recebe movimento de um mechanismo de relojoaria, e é conduzida entre rolos que recebem movimento do mechanismo de relojoaria, e que dão á fita de papel uma certa tracção.

Um electro-iman faz parte do receptor; quando n'este electro-iman passa a corrente electrica, que vem pelo fio de linha da estação que expede o despacho, elle magnetisa-se e attrahe uma armadura de ferro macio; esta armadura, por meio de uma alavanca e mola levanta a fita de papel e leva-a ao contacto do disco metallico que na sua circumferencia está revestido de tinta. Do contacto do disco com o papel resulta um traço sobre o papel; logoque a corrente deixa de passar no electro-iman, este desmagnetisa-se e a sua mola antagonista faz voltar a alavanca á sua primitiva posição, e portanto a fita de papel deixa de tocar no disco. Vê-se pois que no papel ficará escripto a tinta um traço mais comprido ou mais curto, segundo a passagem da corrente electrica tiver durado mais ou menos tempo.

Os traços curtos denominam-se *pontos*, e a combinação diversa de pontos e traços forma o alphabeto.

Portanto no manipulador a operação de transmissão de um despacho reduz-se a emittir correntes electricas, que durem apenas um instante para fazer escrever os pontos no receptor da estação destinataria, e que durem um pouco de tempo mais para fazer escrever os traços. Para isso uma alavanca sobre a qual se carrega com a

mão fecha n'essa occasião o circuito da pilha de linha a qual envia a corrente para o receptor da estação destinataria; segundo se deixa a mão sobre a alavanca mais ou menos tempo, assim se transmittem traços ou pontos. Este manipulador, de uma simplicidade immensa, é o adoptado geralmente para a transmissão dos despachos com os telegraphos escreventes.

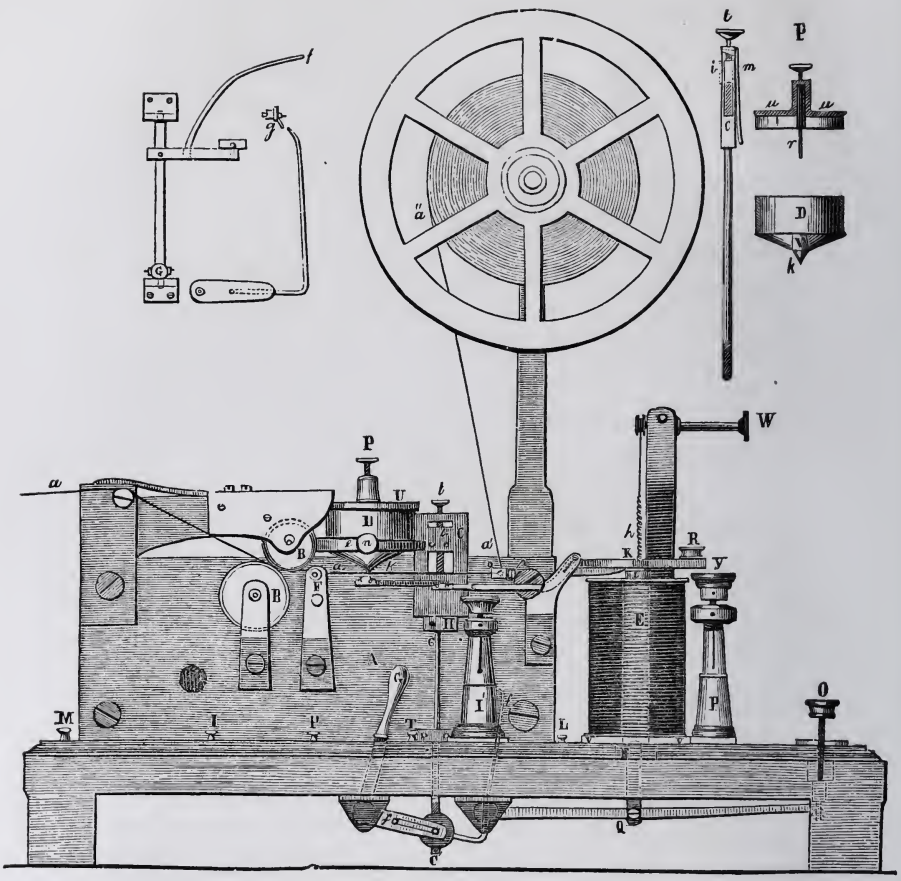
Tal é em resumo o principio geral da maior parte dos telegraphos escreventes empregados hoje nas linhas telegraphicas de diversas nações. Ainda em algumas estações se usa do antigo receptor de Morse de ponta secca, no qual os traços e os pontos são feitos no papel por um estylete movido pela armadura do electro-iman; já porém hoje se usa muito pouco d'este systema, e com rasão porque exige maior força magnetica, e portanto maior intensidade na corrente electrica, e alem d'isso os traços feitos com um ponção metallico são apenas impressões no papel que custam a ler e fatigam muito a vista dos telegraphistas.

Apesar dos telegraphos impressores e autographicos começarem a entrar no dominio da pratica internacional, comtudo o telegrapho de Morse, escrevendo os traços a tinta, continua a ser, como acima dissemos, o principal telegrapho internacional, e pela sua simplicidade e facilidade com que é manipulado tem ainda muito tempo a viver.

Telegrapho escrevente Hermann.—Portugal expoz na classe LXIV um apparelho telegraphico de Morse, modificado pelo systema Hermann, o qual desde alguns annos se acha adoptado nas linhas telegraphicas portuguezas.

Mr. Hermann, habil artista, discipulo do instituto industrial de Lisboa, modificou o apparelho de Morse de um modo diverso do systema adoptado por Digney.

No systema portuguez o apparelho escrevente do receptor compõe-se de um tinteiro metallico *D* terminado inferiormente em canal conico *k*, dentro do qual se deita



Receptor de telegrapho electrico escrevente, systema Hermann, de Lisboa

tinta; uma especie de filtro ou capsula com fendas, que existe no tinteiro, serve para separar a tinta de alguns corpos estranhos que possa conter: uma haste *q* permitte limpar o orificio do canal quando por acaso se ache obstruido. O tinteiro é sustido em um annel metallico por meio de parafusos *n;* este annel tem no seu prolongamento uma porca *b* movel por meio do parafuso *t* sobre uma corrediça *H*, a qual se póde abaixar ou elevar por meio da haste *C'* e da alavanca articulada *G*.

Um mechanismo de relojoaria ordinario dos apparelhos de Morse dá movimento a uma fita de papel *a a'*, que é arrastada entre os tambores *B*, e dirigida pelas guias *F,O*, recebendo uma certa tensão de uma pequena mola collocada em *O*, e apoiada de encontro ao papel. No exemplar que figurava na secção portugueza da exposição universal de París, havia um systema especial de rolos que dava maior tracção á fita de papel.

O mechanismo de relojoaria tambem é travado ou abandonado a si mesmo por meio da alavanca *G;* inclinando esta á direita o mechanismo de relojoaria move-se, e o tinteiro desce e colloca-se em posição de funccionar; inclinando a alavanca á esquerda, pára o mechanismo de relojoaria, e o tinteiro eleva-se e fica fóra do alcance da fita de papel.

O electro-iman *E* tem uma armadura *K* com uma alavanca *S;* quando passa a corrente no electro-iman, a armadura é attrahida e a alavanca encosta a fita de papel ao orificio do tinteiro, que assim traça uma linha ou ponto segundo a passagem da corrente dura mais ou menos tempo; cessando a acção da corrente, a mola antagonista *h* faz voltar a armadura á sua primitiva posição, e portanto o papel deixa de tocar no tinteiro.

O parafuso *W* regula a força da mola antagonista *h*. Os parafusos *x, y* montados sobre as columnas *I'*, *P'*, limitam o curso da armadura. O parafuso *O* e alavanca *Q* permittem approximar ou afastar o electro-iman da armadura regulando assim a força attractiva magnetica.

Não se deve deitar tinta de mais no tinteiro; o nivel não deve exceder o filtro. A altura do tinteiro deve ser tal que não toque no papel, mesmo quando este se move, sem que funccione o electro-iman. Quando o mechanismo está parado, o tinteiro está alto de modo que as oscillações da armadura não lhe fazem chegar o papel.

O systema Hermann é simples e facil de regular, pouco susceptivel de se desarranjar, e funcciona com pequena força magnetica.

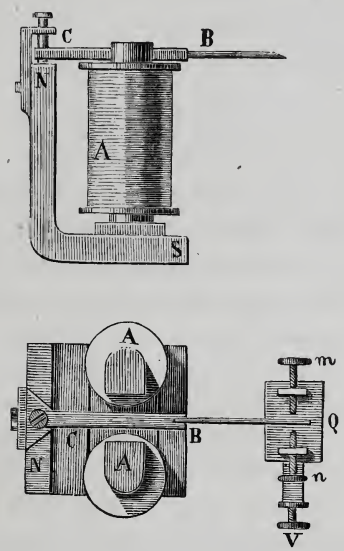
Telegrapho escrevente de Siemens. — Figurava na secção prussiana, na exposição dos notaveis constructores Siemens e Halske, de Berlin, uma estação completa dos apparelhos de Morse, modificados por Siemens. N'este systema o receptor é munido de um mechanismo escrevente similhante ao de Digney, com a differença porém de que o disco que faz os traços sobre o papel está em contacto, não com o rolo de tinta mas sim com uma concha tendo tinta, na qual mergulha pela parte inferior durante o estado de repouso. Na occasião em que se transmitte o despacho, o movimento da armadura levanta a alavanca, e portanto, o disco, que está revestido de tinta na sua circumferencia, é levado ao contacto do papel, onde escreve o telegramma. Esta disposição, aliás reproduzida por outros constructores nos apparelhos de Morse, não nos parece preferivel á que adoptou Digney, e que se acha tambem reproduzida no telegrapho de Hermann e em outros muitos.

O electro-iman que determina os movimentos da armadura no receptor do apparelho de Siemens, tambem é differente do que geralmente apresentam os apparelhos analogos; é um electro-iman que tem um magnete permanente: é o chamado electro-iman de Siemens.

A figura junta representa a disposição do electro-iman de Siemens; *NS* é um forte magnete permanente recurvado; sobre a parte horisontal onde fica o polo sul apoiam-se os dois ramos de um electro-iman *A*, *A'*; as extremidades dos cylindros de ferro d'este electro-iman

recurvam-se a fim de diminuir a sua distancia; é claro que estes cylindros de ferro se magnetisam pela acção do magnete permanente, de modo que em *A*, *A'* ficam polos sul.

A armadura é uma barra comprida de ferro doce ou aço que é articulada sobre o magnete do lado do polo norte; esta armadura tambem se magnetisa pela acção



Electro iman do telegrapho electrico de Siemens, de Berlin

do magnete, e fica o seu polo norte em frente dos polos sul *A A'* do electro-iman; esta armadura é pois attrahida por ambos; se se achasse em uma linha media equidistante dos dois polos ficaria em equilibrio instavel; mas logoque saír d'essa posição predominará a attracção do polo mais proximo. Os parafusos *m*, *n* limitam a amplitude dos seus movimentos.

Quando a corrente passa nas bobines do electro-iman tende a magnetisar os dois ramos em sentido contrario; por exemplo, tende a dar a *A* uma polaridade sul e a *A'* uma polaridade norte; d'aqui resulta que o magnetismo augmenta em *A* e diminue em *A'*, porque no primeiro

junta-se o magnetismo desenvolvido pela corrente ao magnetismo que já possuia o ferro do electro-iman, emquanto que no segundo, o magnetismo que desenvolve a corrente é contrariado pelo que possue o ferro do electro-iman; segue-se pois que a armadura será attrahida pelo polo A.

Invertendo o sentido da corrente electrica, esta tendendo a dar a *A* a polaridade norte e a *A'* a polaridade sul, resulta que o magnetismo augmenta em *A'* e diminue em *A*, e portanto a armadura será attrahida pelo polo *A'*.

Se se dá á armadura *C B* no estado de repouso uma posição tal que fique por exemplo mais perto de *A'*, o que se consegue movendo convenientemente a placa *Q* dos parafusos que limitam o seu curso por meio do parafuso *V*, é claro que então a armadura será attrahida por *A'*; fazendo passar uma corrente que augmente convenientemente a polaridade de *A* e diminua a de *A'*, a armadura será então attrahida por *A*; mas logoque cesse a passagem da corrente, o magnetismo natural do electro-iman a faz voltar para a primeira posição junto a *A'*, poisque se acha mais perto d'este polo.

Vê-se pois que por meio do parafuso *V* se regula a posição da armadura á vontade, para se poderem produzir as oscillações da armadura por meio de correntes de sentido alternadamente differente, ou com correntes sempre do mesmo sentido e interrupções.

Com os apparelhos telegraphicos que são munidos de electro-imans de Siemens o manipulador póde produzir as emissões e interrupções das correntes como no caso ordinario, ou então póde inverter o sentido das correntes fazendo com que estas circulem no fio das suas bobines, ora n'um sentido ora n'outro.

No apparelho exposto pelos constructores Siemens e Halske, é quando a armadura é attrahida pelo polo *A'*, que a alavanca leva o disco metallico revestido de tinta ao contacto do papel, sobre o qual escreve traços ou pon-

tos segundo o tempo que a corrente marcha em um ou outro sentido nas bobines do electro-iman. Querendo fazer uso de correntes sempre no mesmo sentido, e produzir as oscillações da armadura por meio de emissões e interrupções de correntes, então anda-se com o parafuso *V* até approximar a armadura do polo *A* do electro-iman; n'este caso as emissões da corrente devem reforçar a polaridade de *A'* para que a armadura seja attrahida por *A'*; quando se interrompe a corrente, o magnetismo de *A*, que se acha sempre mais perto da armadura, a faz voltar á primitiva posição; o magnetismo do polo *A* faz aqui o effeito da mola antagonista dos apparelhos que têem electro-imans ordinarios.

Telegrapho de Morse com transmissor automatico de Siemens.—Os constructores Siemens e Halske, de Berlin, expozeram tambem um apparelho telegraphico escrevente de Morse, com electro-iman de Siemens, em que o transmissor envia automaticamente o despacho previamente composto.

O despacho a transmittir é previamente composto em caracteres typographicos representando os signaes de Morse; um apparelho compositor faz esta operação com grande rapidez.

O apparelho que compõe o despacho tem uma caixa com repartimentos inclinados, onde se contêem os caracteres typographicos com os traços e pontos dos signaes de Morse; um teclado tem tantas teclas quantas as precisas para formar a letra mais complicada do alphabeto de Morse; os traços e pontos acham-se marcados sobre estas teclas; horisontalmente e abaixo da caixa dos typos está uma fôrma ou regua metallica com uma ranhura. Apoiando os dedos sobre alguma das teclas, um mechanismo especial faz passar dos repartimentos da caixa dos typos, os caracteres correspondentes, os quaes cáem na fôrma; ao mesmo tempo uma alavanca oscillante actua sobre elles e fa-los andar lateralmente, deixando espaço livre para novos caracteres virem caír na fôrma por meio

do movimento das teclas. Compõe-se assim rapidamente o despacho que fica em uma ou mais reguas de ranhura horisontal.

Composto o despacho na fôrma, colloca-se esta em um supporte horisontal com cremalheira, o qual recebe movimento por meio de um pedal; n'este supporte ha um distribuidor inversor de correntes que tem uma lamina, a qual se apoia sobre os caracteres typographicos do despacho; quando esta lamina toca nos caracteres, traços ou pontos do telegramma, por meio de umas alavancas fecha o circuito fazendo marchar a corrente em um certo sentido, a qual vae ao receptor de um apparelho Morse com electro-iman Siemens de que já fallámos; quando a lamina do transmissor toca nos intervallos dos caracteres typographicos do despacho faz estabelecer um circuito em que a corrente marcha em sentido inverso; no primeiro caso o movimento da armadura do receptor faz elevar o disco do apparelho escrevente até tocar no papel e riscar os traços ou pontos segundo o tempo que dura a passagem da corrente; no segundo caso o movimento da armadura faz baixar o mechanismo escrevente e não risca nada no papel.

A regua do transmissor onde se acha composto o telegramma póde andar mais ou menos depressa segundo a velocidade que se lhe dá com o pedal; a rapidez d'aquelle movimento é porém muito maior do que aquella com que um telegraphista póde mover a alavanca de um manipulador ordinario de Morse, assim a transmissão automatica com o apparelho de Siemens é pelo menos cinco vezes mais rapida do que com os apparelhos ordinarios de Morse; mas em compensação este serviço não permitte compor mais de doze telegrammas por hora; alem d'isso exige um grande numero de empregados.

Telegrapho impressor de Morse, por Digney.—Eis o modo como Digney modificou o apparelho de Morse para o transformar em telegrapho impressor. Uma roda tendo na circumferencia em relevo os diversos caracteres ty-

pographicos, está montada sobre o eixo de um mechanismo de relojoaria, cuja roda de escapo é dirigida pela armadura de um electro-iman de Siemens, no qual passa a corrente do fio de linha. A roda dos typos tem vinte e seis letras de imprensa que alternam com vinte e seis signaes diversos, e dois vasios correspondentes ao branco da serie das letras, e dois correspondentes ao da serie de signaes; ha pois na roda cincoenta e seis divisões, e cada branco occupa $^1/_{28}$ da circumferencia. Ao nivel de cada branco tem a roda fixo á sua parte posterior um plano inclinado por meio do qual a alavanca impressora póde fazer andar a roda de $^1/_{56}$ de circumferencia.

O martello impressor é levantado por uma alavanca de Morse, que funcciona debaixo da influencia de um electro-iman ordinario e de uma pilha local, cujo circuito tem um *relais* onde passam as correntes de linha; estas correntes são alternadamente de sentidos oppostos; podem ser correntes voltaicas ou magneticas.

O electro-iman do relais é um *electro-iman preguiçoso;* as influencias contrarias a que está sujeito neutralisam-se rapidamente, e a ultima corrente emittida predomina e dá-lhe o magnetismo para attrahir a armadura e fechar o circuito da pilha local, a qual activa o electro-iman do martello impressor; este leva a fita de papel que se desenrola pela acção do mechanismo de relojoaria, de encontro á letra ou signal respectivo da roda dos typos que assim se imprime no papel.

Para transmittir, o telegraphista envia sobre a linha uma serie de correntes alternadas, cujo numero depende da letra que se quer transmittir; debaixo da influencia do electro-iman de Siemens, o mechanismo de relojoaria do receptor faz andar a roda dos typos, a qual pára no fim da ultima emissão; n'este momento funcciona o relais como acima dissemos, e a letra correspondente imprime-se sobre a fita do papel.

Telegrapho impressor de mr. d'Arlincourt.—O serviço telegraphico do Campo de Marte era feito geralmente

com um telegrapho impressor, systema d'Arlincourt. N'este apparelho ha um mechanismo de relojoaria que dá movimento a dois eixos, um vertical, outro horisontal; o primeiro tem uma agulha e um distribuidor com 28 partes, 14 conductoras, 14 interruptoras; o segundo tem a roda de escapo e duas rodas de typos, uma com letras de imprensa, outra com signaes; estas rodas e a agulha giram com a mesma velocidade. O movimento de relojoaria marcha debaixo da influencia de um electro-iman *motor* no qual passa a corrente de linha na estação que recebe, e uma derivação d'esta corrente na estação que transmitte. Um electro-iman preguiçoso activado por uma pilha local, e só quando a acção d'esta dura um tempo apreciavel, dirige um segundo mechanismo de relojoaria que move o martello impressor. O manipulador é um teclado circular com 28 teclas, no centro do qual gira a agulha de que já fallámos.

Para enviar uma letra ou signal qualquer não ha mais do que abaixar a tecla correspondente, a qual estabelece a communicação da pilha com o distribuidor, uma serie de correntes interrompidas passa na linha, o electro-iman motor faz oscillar, a sua armadura, a qual de cada vez que toca nos parafusos que limitam o seu curso fecha o circuito, mas dura isto tão pouco tempo, que o electro-iman preguiçoso não funcciona; cada dente da roda de escapo que passa, giram a agulha e as rodas de typos $\frac{1}{28}$ da sua circumferencia, quando a agulha pára em frente da letra transmittida pela tecla que se abaixou, ou sobre uma emissão ou sobre uma interrupção, na roda dos typos acha-se defronte da fita de papel a mesma letra, mas logoque isto acontece, como a armadura do electro-iman motor pára, o seu contacto com um dos parafusos prolonga-se, a corrente da pilha local passa no electro-iman preguiçoso tempo bastante para elle funccionar, e o seu martello empurra o papel de encontro á roda das letras e o caracter ou signal transmittido fica impresso.

Tem o systema de que acabâmos de dar noticia va-

rios inconvenientes; em primeiro logar é difficil de regular, sobretudo quando tem um pequeno electro-iman annexo que faz de relais, o qual inverte as correntes fracas e de pouca duração da pilha local emquanto funcciona o electro-iman motor; em segundo logar o mechanismo das rodas de typos tem pouca precisão e solidez.

Telegrapho impressor de mostrador de Joly. — É muito curioso um telegrapho imaginado por A. Joly, que é ao mesmo tempo um telegrapho de mostrador ordinario e um telegrapho impressor. Consta de um mechanismo de relojoaria que tem uma roda de escapo, em cujo eixo estão montadas na parte anterior duas rodas de typos, uma de letras e outra de signaes, e uma roda dentada; na parte posterior d'este eixo está montada a agulha collocada atrás do receptor e visivel pela reflexão em um espelho. Um segundo mechanismo de relojoaria move um martello impressor: este mechanismo é dirigido por um electro-iman activado por uma pilha local cujos polos communicam com duas molas que se acham em face da roda dentada do eixo da roda de escapo; quando aquellas molas se tocam o circuito está fechado, mas emquanto a roda dentada gira, os dentes fazem vibrar uma das molas e não a deixam tocar na outra; só quando ha repouso se tocam. O manipulador é o ordinario dos telegraphos de mostrador.

Eis o modo como funcciona este telegrapho. Para transmittir uma letra o telegraphista gira com a manivela do manipulador até a collocar sobre a dita letra, como é costume; pela influencia das emissões e interrupções successivas da corrente que se produz, a agulha do receptor gira e vem collocar-se sobre a letra transmittida, como é sabido; mas ao mesmo tempo a roda dos typos apresenta a mesma letra, n'este momento tambem pára a roda dentada, a qual deixa tocar as molas que fecham o circuito da pilha local; esta activa o electro-iman que destrava o segundo mechanismo de relojoaria, que faz avançar a fita de papel e que move o

martello que impelle o papel de encontro á roda de typos, ficando impressa a letra.

Segundo se quer transmittir letras ou signaes assim se faz uso de uma ou outra das rodas de typos; uma simples inversão de corrente no manipulador faz deslocar o mechanismo impressor, e collocar o papel e martello defronte da roda de que se quer usar. D'este modo as rodas de typos não sendo deslocaveis ao longo do eixo, ha aqui mais solidez e precisão do que no telegrapho de Arlincourt.

O systema de Joly deu nas experiencias muito bons resultados. Parece-nos ser um telegrapho muito vantajoso e commodo, que qualquer empregado, dos menos versados na pratica da telegraphia, póde fazer funccionar facilmente. Com este apparelho transmitte-se um telegramma com a rapidez dos telegraphos de mostrador e com a mesma facilidade, saíndo o despacho logo impresso do receptor. Julgâmos ser este um telegrapho impressor que póde prestar bons serviços nas administrações de caminhos de ferro, de companhias, etc.

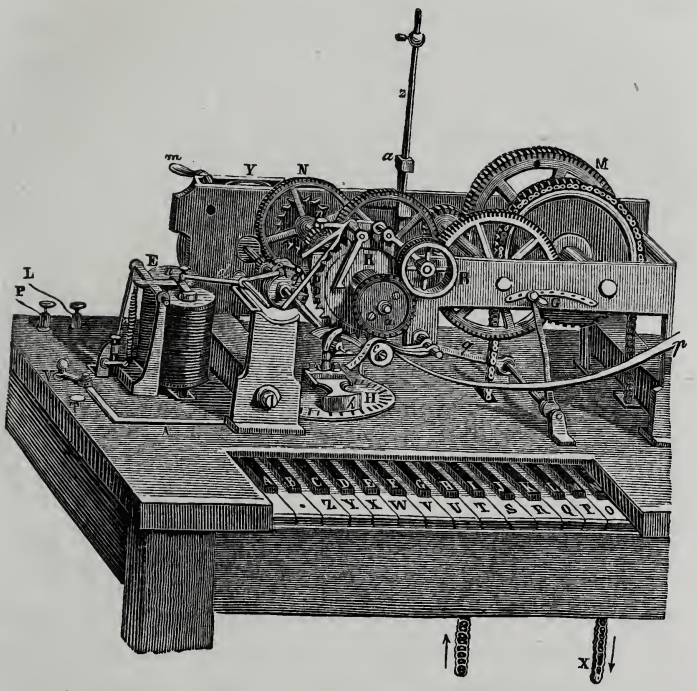
Telegrapho impressor de Hughes. — O melhor de todos os telegraphos impressores, é sem duvida alguma o de Hughes; havia diversos exemplares na exposição universal de París; eram construidos por Hardy, Digney e Dumoulin-Froment. O telegrapho do insigne physico americano é uma obra prima de mechanica pratica.

O engenhoso apparelho de Hughes é muito complicado na disposição mechanica dos seus orgãos; foi precisa toda a pericia do celebre constructor francez, Froment, fallecido ha poucos annos, para que a invenção do illustre professor de New York podesse tornar-se um apparelho pratico e susceptivel de ser entregue nas mãos de um artista qualquer.

Em principio o telegrapho de Hughes é extremamente simples. Sem aqui descrever todo o complicado mechanismo do notavel apparelho americano, o qual é conhecido e se acha descripto em diversos tratados technicos,

apenas exporei em geral o modo por que funcciona e transmitte os despachos.

O papel que desempenha a electricidade no telegrapho de Hughes é insignificante, o que é de grande vantagem. O motor é um grande peso de 40 ou 50 kilogrammas, que tende a fazer mover todo o mechanismo



Telegrapho electrico impressor de Hughes, de New-York

por meio de uma cadeia *x;* a corrente electrica o que faz é estabelecer a ligação com uma roda, cujo eixo tem um excentrico que no momento preciso levanta uma fita de papel e a leva ao contacto de uma roda de typos *a,* imprimindo-se sobre o papel o caracter typographico que se acha na parte inferior da circumferencia da dita roda.

O electro-iman *E,* onde passa a corrente, está em contacto com um pequeno magnete permanente, de modo

que no estado de repouso acha-se magnetisado e attrahe a armadura; se porém passa a corrente electrica nas suas bobines, como a sua acção se exerce em sentido opposto, desmagnetisa-se, larga a armadura, e uma mola antagonista afasta a armadura e actua sobre o mechanismo que leva o papel ao contacto da roda de typos.

O manipulador é um teclado como de um piano, composto de teclas brancas e pretas onde estão marcadas as letras do alphabeto; são vinte e oito teclas, correspondentes a vinte e seis letras do alphabeto, um *ponto* e *zero*. Quando se carrega em uma d'estas teclas uma alavanca faz elevar um dos dentes de aço que entram nos orificios de uma roda horisontal *H;* esta roda tem vinte e oito orificios correspondentes ás vinte e oito teclas do manipulador; o seu eixo vertical e carro *h* têem movimento de rotação fazendo duas voltas por 1″; o carro *h* tem uma placa metallica isolada por discos de marfim do resto do apparelho, mas em communicação com o eixo; se, por exemplo, se carrega na tecla *G,* o dente correspondente sáe acima do orificio do disco *H,* e encontra a dita placa.

A corrente vindo da pilha entra em *P* vae ao teclado, d'este vae ao dente que se elevou no disco *H,* passa á placa e ao eixo vertical, massiço do apparelho, botão *T;* e no caso de se querer enviar um despacho faz-se communicar *T* com *A* por meio de uma manivela metallica, de modo que a corrente passa em *A,* vae ao electro-iman *E*, e fio de linha *L* que a conduz ao electro-iman do apparelho da estação destinataria. Quando se quer receber um despacho, deve estabelecer-se a communicação entre a lamina *A* e o botão *V*, e não com *T*.

Quando o electro-iman se desmagnetisa, o que tem logar quando n'elle passa a corrente que neutralisa a acção do magnete, a mola antagonista *r* solicita a armadura *n* em sentido opposto, levanta a alavanca *d,* abaixa *d'*, a qual faz ligar uma roda que sempre gira com ou-

tra roda *g* que sendo arrastada move um excentrico que levanta a fita de papel e a leva ao contacto do mechanismo impressor. Esta roda *g*, cujo eixo tem o excentrico, não póde porém fazer mais do que uma volta, porque no fim d'esta volta, uma lamina, especie de excentrico, produz a desligação, e ao mesmo tempo faz baixar a alavanca *d*, levando de novo a armadura ao contacto do electro-iman que assim fica outra vez magnetisado, até que de novo passe a corrente electrica quando se tocar em alguma tecla do manipulador.

A roda de typos *a* gira continuamente pela acção do mechanismo de relojoaria; tem vinte e seis letras, um *ponto* e um *branco;* recebe tinta constantemente por meio de rolo *B*. A roda *a* deve andar de accordo com o carro *h* do disco *H*, de modo que quando o dente elevado acima d'este disco for, por exemplo, o correspondente á letra *C*, esteja a letra *C* na parte inferior da roda dos typos *a;* logoque a fita de papel é elevada pelo modo que dissemos, um excentrico actua sobre uma alavanca que tem uma lamina que faz andar uma pequena roda, a qual faz girar o rolo em que se apoia o papel, de modo que este avança de um espaço igual ao intervallo entre duas letras, e está portanto apto a receber a impressão da letra immediata.

Os apparelhos das estações que transmittem, e os das que recebem devem marchar synchronicamente; para isso regula-se a marcha do mechanismo de relojoaria por meio do cursor *z*, de modo que o carro *h* faça duas voltas por segundo; então uma mesma letra transmittida em cada volta do carro *h*, deve reproduzir-se sempre no outro apparelho.

No telegrapho de Hughes o despacho imprime-se ao mesmo tempo no apparelho da estação destinataria e no apparelho que transmitte, o que dá um meio de verificar se a transmissão é exacta.

É o apparelho de Hughes de mui engenhosa concepção, e todo o seu mechanismo é admiravelmente com-

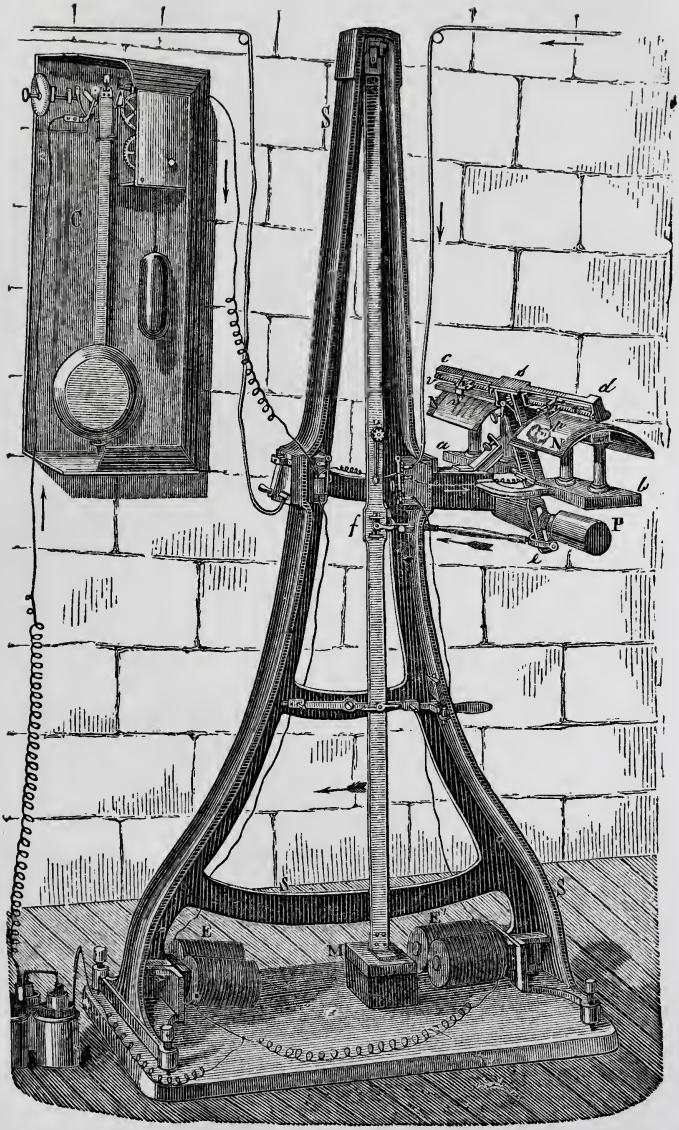
binado; emquanto á rapidez com que os despachos se transmittem é prodigiosa; assim emquanto que o telegrapho de Morse com difficuldade transmitte mais de vinte e cinco despachos, de vinte palavras por hora, o telegrapho de Hughes imprime cincoenta a sessenta despachos por hora.

N'este systema, não havendo necessidade de fazer a traducção do despacho recebido, póde cortar-se a fita de papel onde se imprimiu o telegramma e envia-la ao destinatario. Em todas as linhas telegraphicas onde ha grande accumulação de partes telegraphicas para expedir, é de grande vantagem o uso do telegrapho impressor de Hughes.

Póde dizer-se que hoje o telegrapho impressor de Hughes é o mais geralmente empregado nas grandes linhas. Devemos esperar que a illustrada direcção dos telegraphos portuguezes não se demorará em adoptar o telegrapho impressor americano, para melhor ser desempenhado o serviço nas nossas linhas telegraphicas.

Pantelegrapho de Caselli. — Ha já alguns annos que o telegrapho autographico, isto é, o telegrapho que por meio da electricidade faz escrever no receptor o *fac-simile* do despacho escripto no transmissor, tende a entrar no dominio da pratica. Diversos systemas de telegraphos autographicos têem sido imaginados, mais ou menos engenhosos, mais ou menos complicados. Desde 1865 que na linha de París a Lyon funcciona o telegrapho electrico autographico ou pantelegrapho do padre Caselli; na exposição havia exemplares construidos e expostos pelo seu auctor e por Dumoulin-Froment.

Consta o apparelho de Caselli de um grande pendulo de aço de quasi 2 metros de comprimento, suspenso em um supporte de ferro fundido *S*, e terminando inferiormente por uma massa de ferro *M* que oscilla entre dois electro-imans *E, E'*, os quaes se magnetisam alternadamente pela acção de um interruptor, que faz interromper a corrente no que fica do lado opposto áquelle



Telegrapho electrico autographico de Caselli construido por Dumoulin-Froment, de Paris.

para onde o pendulo sobe. Este pendulo faz marchar sobre as superficies cylindricas *N* umas pontas metallicas *p* por meio da bielle *ef*, alavanca *es*, travessa *cd*, parafusos *v* e porcas *h*; em cada oscillação do pendulo cada ponta traça uma linha sobre a superficie cylindrica, mas no fim de cada oscillação as pontas avançam transversalmente de $\frac{1}{4}$ de millimetro por meio dos parafusos *v* que têem uma roda dentada collocada entre os montantes da alavanca *es*, a qual recebe movimento de um linguete posto em acção pela oscillação da alavanca *es*.

A alavanca *es* e as superficies cylindricas *N* apoiam-se sobre uma pequena mesa *ab*; o peso *P* equilibra todo esse mechanismo.

O transmissor e receptor são identicos e devem marchar synchronicamente nas duas estações, a que transmitte e a que recebe; para isso o seu movimento é regularisado por um chronometro regulador *C* que actua sobre os electro-imans *E*, *E'*. Sobre a superficie cylindrica *N* do transmissor enrola-se uma folha prateada, sobre a qual se escreve um despacho com uma tinta isoladora. Sobre a superficie cylindrica correspondente do receptor enrola-se uma folha de papel embebido de cyanureto de potassio.

No systema Caselli, quando no transmissor se fecha o circuito da corrente da pilha de linha, estabelece-se uma grande derivação para a terra, de modo que a corrente da pilha esgota-se por esta derivação onde encontra muito menor resistencia, e no receptor obtem-se um effeito equivalente a uma ruptura do circuito; pelo contrario quando se interrompe a corrente no transmissor, rompe-se o circuito de derivação e a corrente da pilha é lançada na linha e vae passar no receptor.

Eis como funcciona o apparelho de Caselli. Collocando sobre a superficie cylindrica do transmissor o despacho escripto com tinta isoladora sobre o papel prateado, e fazendo oscillar o pendulo, este faz oscillar a

ponta metallica *p*, a qual traçará sobre o despacho linhas parallelas mui proximas, equidistantes de $\frac{1}{4}$ de millimetro; quando a ponta metallica se apoia sobre o metal estabelece-se a corrente electrica, e quando se apoia sobre a tinta isoladora do despacho interrompe-se; no primeiro caso estabelece-se o circuito de derivação pelo qual a corrente da pilha vae para a terra, e no receptor da estação destinataria, onde se reproduzem identicamente os movimentos do pendulo da estação que transmitte, interrompe-se a corrente; no segundo caso rompe-se o circuito de derivação, a corrente da pilha é lançada na linha e vae passar no receptor; então no papel revestido de cyanureto de potassio, que está enrolado sobre a superficie cylindrica sobre a qual oscilla a ponta metallica, ha decomposição chimica no cyanureto de potassio em contacto com a ponta de ferro ou aço, produzindo-se o azul da Prussia; portanto o despacho apparecerá escripto no receptor em traços azues apertados e finos. Um desenho qualquer, um retrato, por exemplo, transmitte-se autographicamente por meio d'estes apparelhos com toda a fidelidade, ficando o despacho escripto em traços finos e apertados (equidistantes de $\frac{1}{4}$ de millimetro).

Na linha de París a Lyon, que tem 500 kilometros de extensão, o telegrapho autographico de Caselli tem funccionado regularmente; mas entre París e Marselha os telegrammas não têem saído nitidos. Os exemplares que figuravam na exposição não poderam porém funccionar regularmente.

Telegrapho autographico de Lenoir. — Uma interessante novidade apresentava a exposição universal de París na classe LXIV; era um novo telegrapho autographico, imaginado por Lenoir, o celebre inventor da machina de gaz de illuminação que tem o seu nome.

No novo apparelho telegraphico não é necessario recorrer aos effeitos chimicos das correntes electricas para escrever os despachos, como no apparelho de Caselli;

a ponta metallica que passeia sobre o papel enrolado em um cylindro no receptor, apoia-se sobre elle pela acção de um peso ou mola, e deixa de tocar quando uma armadura fixa á dita ponta é attrahida por um electro-iman.

Eis-aqui a descripção geral do telegrapho autographico de Lenoir.

O transmissor consta de um cylindro que recebe movimento de rotação de um mechanismo de relojoaria; sobre este cylindro enrola-se uma folha de papel prateado sobre o qual se escreve o despacho com uma tinta isoladora e gommada. O cylindro, alem do movimento de rotação, é tambem animado de um movimento de translação parallelamente ao seu eixo; este movimento é muito lento, por cada revolução o cylindro avança de $\frac{1}{3}$ de millimetro. Uma lamina metallica fixa apoia-se constantemente sobre o cylindro. Em logar do cylindro ter movimento de traslação, póde apenas ser animado de movimento de rotação e ter a lamina o referido movimento de traslação.

O receptor consta de um cylindro que recebe movimento de rotação de um mechanismo de relojoaria, e este movimento é synchrono com o do transmissor; este cylindro é revestido de tinta oleosa, e sobre elle enrola-se uma folha de papel. Um electro-iman tem uma armadura que sustém uma alavanca com um estylete o qual se apoia sobre o papel do cylindro quando o electro-iman está inactivo; se porém a corrente passa, o electro-iman magnetisa-se, attrahe a armadura, o estylete levanta-se e deixa de tocar no papel.

O electro-iman está fixo em um supporte, o qual por meio de um parafuso é animado de movimento de translacção, de modo que avança de $\frac{1}{3}$ de millimetro por cada volta do cylindro.

Fazem parte do circuito da pilha, o cylindro do manipulador, a lamina metallica que sobre elle sempre se apoia, o fio de linha, o electro-iman do receptor e a terra.

Eis como funccionam os apparelhos. Enrola-se sobre o cylindro do transmissor o despacho escripto com tinta isoladora sobre papel prateado; supponhâmos os cylindros do transmissor e receptor animados de movimentos synchronicos. Quando a lamina do transmissor toca no papel prateado, passa a corrente, o electro-iman do receptor magnetisa-se, attrahe a armadura e o estylete deixa de tocar no papel do receptor; quando porém a lamina do transmissor toca na tinta do despacho escripto, interrompe-se a corrente, o electro-iman do receptor desmagnetisa-se, larga a armadura, e o estylete pelo seu peso apoia-se sobre o papel enrolado sobre o cylindro do receptor, e pela pressão que exerce sobre o papel, este é comprimido contra o rolo de tinta e fica pois escripto nos pontos em que o estylete se apoiou. Vê-se pois que sobre o papel do receptor se reproduz em traços finos e apertados o *fac-simile* do despacho escripto no papel prateado do transmissor.

Para regular os movimentos synchronicos do transmissor e receptor, ha no primeiro um volante horisontal regulador movido por um pendulo conico; tem este volante no sentido dos raios seis barras de ferro macio, as quaes passam successivamente defronte dos polos de um electro-iman de duas bobines verticaes, nas quaes passa a corrente de uma pilha local cujo circuito se fecha pela acção de um relais; este relais porém só é activado quando á pilha de linha se junta uma outra pilha, a qual póde estar, por exemplo, junto ao receptor.

O receptor tem no seu mechanismo de relojoaria um eixo vertical com uma roda com seis dentes metallicos; quando um d'estes dentes toca em uma mola metallica, no circuito da corrente da pilha de linha é introduzida a pilha que está junta ao receptor; as duas correntes juntas fazem funccionar o relais, o qual fecha o circuito da pilha local que activa o electro-iman do regulador do transmissor na estação da partida. Quando nenhum

dos dentes da roda do receptor toca na mola, a corrente de linha não atravessa o electro-iman do receptor e portanto o relais não póde funccionar.

Vê-se pois que em cada volta do eixo vertical da roda do receptor, seis vezes se introduz a pilha supplementar no circuito da pilha de linha; seis vezes se magnetisa e desmagnetisa o electro-iman do relais, seis vezes se magnetisa e desmagnetisa o electro-iman do regulador do mechanismo de relojoaria do transmissor, seis vezes são attrahidas e deixam de o ser as seis barras de ferro macio do volante, e portanto faz este uma volta; logo o eixo vertical do receptor faz o mesmo numero de voltas no mesmo tempo que o do volante do transmissor, e como os mechanismos de relojoaria são identicos, segue-se que os movimentos dos cylindros são synchronicos.

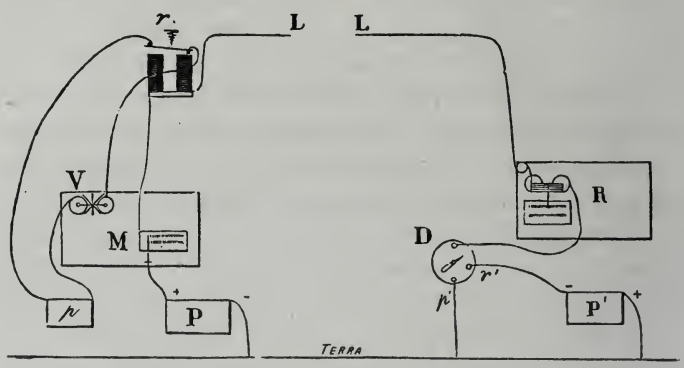
O regulador do mechanismo de relojoaria do transmissor é pois um motor electro-magnetico cuja armadura gira defronte dos polos do electro-iman, e cujas emissões e interrupções de corrente são produzidas por um relais, o qual só funcciona quando á pilha de linha se juntar outra introduzida pelo mechanismo de relojoaria do receptor; é pois este que dá o synchronismo ao transmissor.

Em logar de fazer na roda do eixo vertical do mechanismo do receptor a juncção das correntes das pilhas de linha e supplementar, é melhor empregar um distribuidor á parte, no qual á vontade se póde, ou enviar para a terra a corrente de linha que passa e chega ao distribuidor quando algum dente d'aquella roda toca na mola, ou envia-la através da pilha supplementar cuja corrente assim se lhe junta; d'este modo póde-se á vontade fazer funccionar o relais e dar o synchronismo ao transmissor ou faze-lo parar.

A figura junta representa a disposição a dar a estes apparelhos; abstrahindo dos pára-raios, bussolas, campainhas, etc., temos na estação da partida a pilha de linha *P*, o transmissor *M*, o relais *r*, a pilha local *p*,

e na estação destinataria o receptor *R*, a pilha supplementar *P'*, e o distribuidor *D*.

A corrente saíndo da pilha de linha *P* vae ao cylindro e lamina do transmissor *M*, depois passa ao electro-iman do relais *r*, segue pelo fio da linha *L*, entra no electro-iman do receptor *R* da estação destinataria, e depois vae ao distribuidor *D*; n'este ha dois contactos *r'*, *p'*, o primeiro liga-se com o polo negativo da pilha supple-



Disposição geral das estações telegraphicas, com os apparelhos autographicos de Lenoir, de París

mentar, o segundo communica com a terra; o polo positivo d'esta ultima pilha communica com a terra, bem como o polo negativo da pilha de linha. Quando se recebe aviso, por exemplo, por meio de uma campainha electrica, de que se vae receber um telegramma, e se está prompto para a recepção, colloca-se o distribuidor no contacto *r'*, isto é, junta-se á pilha de linha a supplementar, e dá-se movimento ao receptor; immediatamente o relais funcciona, bem como o regulador *V* do transmissor, o synchronismo dos apparelhos estabelece-se, e realisa-se a transmissão autographica do despacho.

O circuito da pilha local do regulador do volante do transmissor póde fechar-se quando se magnetisa o electro-iman do relais, ou reciprocamente póde interromper-se quando elle se magnetisa; no primeiro caso o

regulador é inerte quando o relais não funcciona; no segundo caso fica magnetisado, e os braços da armadura do volante ficam defronte dos polos do electro-iman, e portanto fica parado o volante.

Em logar de empregar uma pilha supplementar junto ao receptor póde-se-lhe substituir umas bobines de resistencia, empregando uma só pilha de linha, de maior energia, que faça funccionar o relais; de modo que se não se póde, ou se não se quer, receber o despacho, collocase o distribuidor sobre o apparelho de resistencia, a intensidade da corrente enfraquece então, e o relais não funcciona.

Depois do obtido o despacho autographado no papel do cylindro do receptor, póde-se, por meio de uma pequena prensa ou de uma machina de cylindrar, obter a reproducção mechanica de 4 ou 6 exemplares bem nitidos, o que é muito vantajoso.

O telegrapho de Lenoir é mais simples e mais economico do que os outros apparelhos autographicos. Funccionou perfeitamente diante do jury da exposição com resistencias addicionaes de 500 kilometros. Todos os dias funccionava perante os numerosos expectadores que sempre se accumulavam defronte do novo invento do já conhecido e muito habil constructor Lenoir.

O telegrapho de Lenoir foi experimentado tambem em linhas telegraphicas de 200 kilométros, dando sempre resultados muito satisfatorios; seria para desejar que fosse ensaiado em linhas de maior extensão. Um inconveniente se nos figura n'este telegrapho, e é que o electro-iman preguiçoso do relais póde experimentar grandes variações de força magnetica, poisque achando-se no circuito dos fios de linha está exposto a todos os accidentes que fazem variar a intensidade das correntes nas linhas telegraphicas.

A exposição telegraphica das diversas nações.—Descrevemos os principaes apparelhos telegraphicos da exposição, os mais notaveis considerados já como inno-

vações n'esta importante applicação da electricidade, já como representando o estado actual d'este interessante ramo do serviço publico. Terminaremos o estudo d'esta parte, dando um golpe de vista sobre o que apresentaram e expozeram os diversos paizes na classe LXIV.

A exposição franceza de telegraphia electrica era completa. Bastava só a exposição da administração das linhas telegraphicas para merecer aquella qualificação; era um verdadeiro museu de tudo quanto em telegraphia electrica se tem realisado de progresso; viam-se apparelhos de varios systemas; telegraphos de Morse, com modificações diversas, telegraphos de mostrador, telegraphos impressores, relais diversos, instrumentos que são empregados no serviço das linhas telegraphicas, fios de linha de diversas qualidades, pilhas, disposições diversas das estações, etc. Citaremos d'esta bella collecção um apparelho de Morse, feito de aluminio, extremamente leve, destinado ao serviço da telegraphia militar; todo o material da estação, receptor, transmissor, galvanometro, pára-raios se continha em uma pequena caixa; uma pilha de sulphato de mercurio se continha n'outra caixa; eram estes apparelhos muito recommendaveis.

Alem do museu da administração das linhas telegraphicas, havia na secção franceza da classe LXIV diversos expositores. Daremos uma noticia rapida do que apresentaram de mais notavel.

O conhecido constructor Digney, o inventor do telegrapho escrevente, modificação do de Morse, actualmente em uso nas linhas francezas, o qual, mais ou menos modificado, tem sido reproduzido em todos os paizes, expoz uma variada collecção de differentes apparelhos de telegraphia electrica. Assim viam-se n'esta exposição os apparelhos de invenção do expositor, de que já fallámos, apparelhos de Morse de ponta secca, telegrapho de Siemens funccionando com correntes desenvolvidas por inducção magnetica, o telegrapho de mostrador de Bréguet, um dos mais antigos em serviço,

muito usado pelas companhias de caminhos de ferro e pelos estabelecimentos onde não ha um pessoal telegraphico especial e technico; um telegrapho impressor de Digney e Desgoffe; um transmissor automatico de dois estyletes; um transmissor automatico e inversor para apparelhos impressores, sem precisar de ser regulado; o telegrapho de Maroni, modificação de Morse, no qual é empregado um electro-iman como armadura; o telegrapho impressor de Hughes, e diversos relais, bussolas, campainhas, pára-raios e varios accessorios. Todos estes apparelhos, mais ou menos usados, constituiam a rica e abundante exposição que na classe LXIV apresentou o notavel constructor francez.

O não menos conhecido e habil constructor Bréguet expoz varios apparelhos, dos quaes citaremos o apparelho de mostrador de invenção do expositor, o apparelho de Morse, um telegrapho impressor, um apparelho de signaes para uso dos caminhos de ferro, rheostatos, bussolas, relais, etc.

Dumoulin-Froment, successor da celebre casa Froment, expoz um pantelegrapho de Caselli e um telegrapho impressor de Hughes.

Dujardin, D'Arlincourt e Bertsch expozeram diversos apparelhos telegraphicos impressores.

Guillot e Gatyet expozeram um telegrapho de mostrador funccionando com correntes de inducção magnetica; estas correntes eram desenvolvidas pelas variações de magnetismo, que se produzem em bobines envolvendo cylindros de ferro macio em contacto com os polos de um magnete, quando em frente d'ellas se faz girar uma armadura de ferro macio. As correntes alternadamente inversas que se desenvolvem quando se gira com a manivela do manipulador passam no fio de linha, e vão activar dois electro-imans do receptor entre os quaes oscilla uma armadura, a qual permitte os movimentos do mechanismo de relojoaria que faz andar a agulha no mostrador.

Lenoir expoz o apparelho autographico por elle inventado, do qual já largamente nos occupámos n'este relatorio.

Sortais expoz um apparelho de Morse automatico, no qual não era preciso empregado algum para receber os telegrammas. Este apparelho continha a solução do problema que tinha imposto a administração das linhas telegraphicas, e que consiste em o mechanismo de relojoaria do receptor dever andar automaticamente só o tempo preciso para se escrever o telegramma. No momento em que a corrente da linha começa a passar no electro-iman do receptor, uma alavanca que este tem levanta-se e destrava o mechanismo de relojoaria, o qual começa a andar; a ultima emissão da corrente faz parar aquelle mechanismo. Com este telegrapho, aindaque não esteja na estação telegraphista algum para receber os telegrammas, estes vão-se escrevendo na fita de papel do receptor, de modo que quando um empregado voltar, acha o trabalho de recepção feito.

Prud'homme, Grenet, Caumont, Machabée, etc. expozeram diversas e variadas pilhas, carvões, campainhas, inductos isoladores, etc.

Ratier expoz uma bella collecção de cabos electricos submarinos e subterraneos; viam-se ali representados specimens dos cabos estabelecidos entre diversos pontos da superficie do globo.

Roussy expoz um quadro representando todas as linhas telegraphicas de França.

A exposição prussiana na classe LXIV, postoque não apresentasse grande numero de objectos, comtudo era muito interessante; depois da exposição franceza era a mais notavel. O principal expositor era a conhecida casa Siemens e Halske, de Berlin.

Na exposição telegraphica de Siemens e Halske figurava uma estação completa com apparelhos escreventes de Morse, modificados por Siemens, que já descrevemos; um apparelho telegraphico automatico que tambem já

descrevemos, um telegrapho de mostrador, um apparelho para medir as resistencias do isolamento dos fios submarinos, outro para medir a rapidez das correntes, um apparelho magneto-electrico para fazer funccionar os despertadores nas estações de caminhos de ferro, e diversos outros accessorios de telegraphia electrica.

O conhecido constructor Horn, de Berlin, expoz um receptor de Morse, systema Siemens, bussolas, campainhas, etc.

Gesellschafft expoz um telegrapho de mostrador.

Gurlt expoz um telegrapho de Morse de ponta secca, bussolas, etc.

Na exposição ingleza da classe LXIV vimos um apparelho de Morse modificado pelo systema Siemens, para cabos submarinos, um apparelho automatico, um relais automatico, um telegrapho de mostrador, varios galvanometros, etc., expostos pelo constructor Siemens, de Londres.

Alem d'estes instrumentos, vimos um telegrapho e cabos subterraneos expostos por Nicoll, varios apparelhos de signaes para caminhos de ferro de Preese, amostras de cabos submarinos de Henley, Hooper etc.; os cabos submarinos de Hooper eram cobertos de caoutchouc vulcanisado em logar de gutta-percha; têem a vantagem de apresentarem maior isolamento e mais solidez. O seu custo é tambem inferior ao dos de gutta-percha. Taes eram os principaes objectos que na classe LXIV apresentava a exposição ingleza.

Portugal, alem do apparelho de Morse modificado segundo o systema Hermann, de que já fallámos, expoz tambem uma mesa representando a disposição adoptada nas linhas portuguezas para as estações telegraphicas de duas direcções. Estes objectos eram expostos pela administração geral dos telegraphos portuguezes.

Na exposição hespanhola vimos um apparelho de Morse impressor de Morene e outro apparelho de Morse escrevente, similhante ao de Digney, com um despertador de

Bonnet, enviado pela direcção geral dos telegraphos hespanhoes.

Na exposição italiana apenas vimos um apparelho de Morse modificado por Maroni, outro de Poggioli, e outro muito mais simples de Gaspar Saco, e havia tambem um telegrapho autographico ou typo-telegrapho de Bonelli. Póde-se dizer que era insignificante a exposição telegraphica do paiz, que recentemente tem produzido Caselli, Bonelli, e outros inventores e aperfeiçoadores de diversos apparelhos telegraphicos.

A exposição belga em telegraphia electrica apresentava um apparelho de mostrador de Naple, podendo servir alternadamente de manipulador e receptor, umas bussolas astaticas actuando por attracção e repulsão, tambem do mesmo auctor, um commutador de chaves e orificios para quarenta linhas e para raios de papel de De-Vol, uma pendula e telegrapho autographico de Gerard, e um telegrapho de agulhas e outro de mostrador com teclado de Gloesener.

Na secção austriaca notámos varios apparelhos de telegraphia militar, expostos pelo ministerio da guerra, um apparelho de Morse analogo ao de Digney, outro de Morse de ponta secca exposto por Leopolder, bem como varios relais, campainhas, etc., um apparelho de signaes por meio da luz electrica, de Satori, e um apparelho telegraphico portatil, para serviço de ruas, exposto por Bergmuller.

Na secção bavara vimos um telegrapho de mostrador e um translator de agulha movel para caminhos de ferro, expostos pela sociedade dos caminhos de ferro do Palatinado, e uma collecção de carvões plasticos para pilhas exposta por Rodler.

Dos apparelhos expostos pela Suissa na classe de telegraphia electrica citaremos um apparelho de Morse modificado pelo habil e conhecido constructor Hipp, com electro-iman interior e mechanismo escrevente similhante ao de Digney, e alguns relogios electricos e reguladores, chronographos, etc., do mesmo expositor.

A repartição federal expoz uma collecção de instrumentos, onde se via um apparelho de Morse de ponta secca, varias bussolas e um apparelho meteorologico registando electricamente a pressão atmospherica, a temperatura, a chuva e a velocidade do vento. Como se vê, eram apenas dois os expositores da Suissa na classe LXIV, e nos poucos apparelhos expostos ainda se achavam comprehendidos alguns que não pertencem á telegraphia electrica.

IV

OPTICA

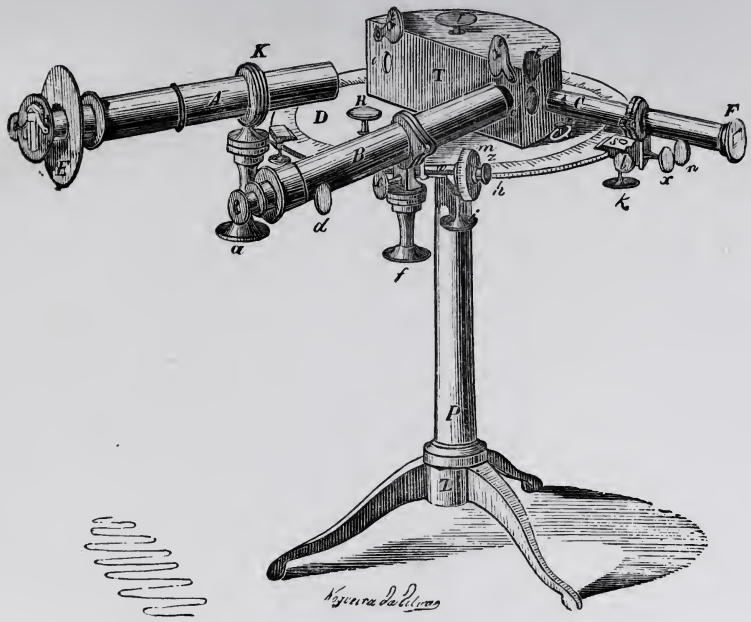
Espectroscopos.—Não ha ainda muitos annos que os illustres professores de Heidelberg inventaram o espectroscopo, instrumento destinado a analysar os espectros caracteristicos dos vapores metallicos, abrindo um novo caminho á chimica, permittindo descobrir nas substancias naturaes e nos productos da industria, a presença de corpos que passariam completamente despercebidos pelos meios ordinarios da sciencia. Desde a sua invenção o espectroscopo tem feito grandes progressos, e a analyse espectral tem feito descobrir quatro corpos, e tem mostrado que certas substancias que até então eram julgadas como muito raras, se acham pelo contrario abundantemente disseminadas pela natureza.

Como é sabido, a substancia a ensaiar é introduzida em uma chamma de uma lampada de Bunsen, cuja luz entra em uma luneta através de uma estreita fenda e em seguida atravessa um prisma de *flint-glass,* de 60° de angulo refrangente, d'onde resulta a sua decomposição, e o espectro produzido é observado por meio de uma luneta; segundo as raias caracteristicas que o espectro apresenta assim se conclue qual o metal contido na substancia submettida á analyse; uma terceira luneta munida de micrometro permitte medir a distancia relativa das raias dos espectros.

Havia na exposição diversos espectroscopos, principalmente nas secções franceza e prussiana; viam-se ali magnificos instrumentos d'esta especie. Alem do espectroscopo ordinario horisontal com um prisma e tres lunetas, havia: 1.º, espectroscopos verticaes, nos quaes o observador olha através de uma ocular disposta em uma luneta vertical, achando-se a luneta com a fenda por onde entra a luz disposta horisontalmente na parte superior, e a luneta com micrometro tambem disposta horisontalmente, mas na parte inferior; 2.º, espectroscopos de visão directa do systema de Amici, em que se empregam prismas de poderes dispersivos desiguaes, de modo que os espectros não sendo desviados podem ser observados directamente na direcção em que o feixe de luz entra no instrumento; 3.º, espectroscopos horisontaes de 4 a 6 prismas, augmentando immensamente o poder dispersivo dos instrumentos, podendo desdobrar algumas raias que apresentam os espectros de certos metaes.

O espectroscopo ordinario horisontal é o mais commodo, e satisfaz ás necessidades das analyses chimicas ordinarias; dá nos espectros uma extensão sufficiente para se separarem as raias caracteristicas dos diversos metaes, aindaque se submetta á analyse uma mistura complexa; o observador com uma simples inspecção vê todo o campo do espectro e constata a presença dos metaes contidos na substancia submettida á analyse. Os apparelhos verticaes, postoque possam servir, não são comtudo tão commodos para observar como os horisontaes. Os espectroscopos de visão directa, postoque muito simples e commodos de transportar e menos dispendiosos, não apresentam comtudo a nitidez dos espectros dos instrumentos horisontaes ordinarios, o que é devido á collagem dos diversos prismas, uns sobre os outros, que absorve muita luz.

Para as experiencias delicadas de physica, porém, o espectroscopo ordinario tem pouco poder dispersivo; assim, quando se quer observar o espectro solar com um



Espectroscopo, de quatro prismas, construido por Duboscq, de París

d'estes espectroscopos, o numero de raias obscuras que se distinguem é muito limitado. Emquanto ás raias caracteristicas dos espectros metallicos não podem ser desdobradas pelo fraco poder dispersivo de um só prisma. É para estas observações delicadas que é necessario empregar o espectroscopo de varios prismas. O primeiro espectroscopo de quatro prismas foi construido por Steinheil, em Munich; serviu ás magnificas experiencias sobre o espectro solar.

Na vitrina do notavel constructor francez J. Duboscq, onde se achava exposta uma riquissima collecção de instrumentos de optica, que representava perfeitamente os progressos feitos por esta sciencia, vimos admiraveis espectroscopos de quatro e seis prismas; quanto á perfeição com que se achavam construidos estes magnificos instrumentos, basta dizer que os illustres inventores, Kirchhoff e Bunsen, felicitaram grandemente o habil constructor, exprimindo-lhe a sua satisfação pelos espectros fornecidos por taes instrumentos.

A figura junta representa um espectroscopo de quatro prismas; sobre a plataforma circular graduada *D* montada na columna metallica *P*, estão dispostos quatro prismas de *flint-glass*, cujas superficies refrangentes são circulos de $0^m,0045$ de diametro, e cujos angulos de refrangencia são 60° para o primeiro e 55° para os outros tres. Uma caixa metallica *T* cobre os prismas; esta caixa tem seis aberturas *o*, *o'*, *o''* que se podem fechar com uns discos *t*, *t'*, *t''*.

A luz da chamma onde se introduz a substancia a analysar entra pela fenda *H* da luneta *A*; um alvo *E* impede que a luz que não entra na fenda vá caír sobre o prisma collocado defronte da objectiva d'esta luneta; diversos parafusos *a a* permittem fixar a luneta em qualquer posição do limbo *D*, e em relação ao eixo vertical da peça *K*: um nonio *l* marca a sua posição sobre o limbo. A objectiva d'esta luneta é achromatica e tem $0^m,35$ de distancia focal e $0^m,03$ de diametro.

Os espectros observam-se através da luneta *B*, cuja objectiva é como a da luneta anterior; a sua ocular tem um poder amplificador de 18 a 40 vezes, e colloca-se no foco com o parafuso *d*. Os parafusos *f*, *e* permittem collocar a luneta em diversas posições no plano horisontal e vertical. Um tambor graduado *m* com parafuso micrometrico *h* permitte medir a distancia entre duas raias vizinhas no espectro. A luneta *C* tem o micrometro.

O botão *R* permitte mover uma haste que move simultaneamente por meio de alavancas os quatro prismas, de modo que se podem collocar todos simultaneamente na posição de *minimo desvio* para certos raios do espectro. Esta disposição extremamente engenhosa e que tanto facilita a manipulação do instrumento é devida a Duboscq.

O uso do espectroscopo exige uma certa pratica; a sua manipulação requer uma certa habilidade, como em geral todas as experiencias delicadas de optica; quando o instrumento está bem regulado e que todas as precauções têem sido tomadas a fim de assegurar a precisão das experiencias, o observador que olha pelo espectroscopo gosa um dos mais bellos phenomenos da physica.

Saccharimetro de Soleil. Apparelho de Norenberg. Apparelho de Jamin.—Na rica collecção de instrumentos de optica que ornava a vitrina do illustre J. Duboscq, especialista em todo o genero de instrumentos de optica, e sobretudo na construcção d'aquelles que dizem respeito á parte mais transcendente d'esta bella sciencia, havia uma profusão verdadeiramente deslumbrante dos mais importantes apparelhos, já para o estudo das leis dos phenomenos de optica, já para as suas mais notaveis applicações. Citaremos d'esta collecção os seguintes:

Um saccharimetro de Soleil, instrumento no qual, como é notorio, se utilisa a propriedade que têem certas substancias, como por exemplo o assucar, de desviar o plano de polarisação, para a analyse das substancias saccharíferas.

Um apparelho de Norenberg, instrumento que serve para o estudo dos phenomenos de polarisação da luz; n'este bello exemplar havia certas modificações feitas com o fim de o adequar tambem ao estudo da polarisação da luz parallela ou convergente nos crystaes; alem d'isso era munido de um microscopio para poder apreciar o angulo dos eixos tanto no ar como em um banho liquido, quando n'elle se submette o crystal á acção do calor.

Um lindo apparelho de Jamin para o estudo dos phenomenos de interferencia da luz em laminas espessas, com compensador para medir o deslocamento das franjas; o instrumento é disposto de modo que se póde interpor na marcha das ondas luminosas um meio qualquer solido ou liquido.

Strobo-polarimetro de Wild-Hofmann. — Figurava na exposição de instrumentos de physica do habil constructor Hofmann, um instrumento novo imaginado por Wild, de Berne, o qual era ao mesmo tempo um polarimetro e um saccharimetro. Compõe-se de um tubo contendo successivamente uma ocular, um tubo contendo o liquido a analysar, um prisma de Nicol fixo a um tambor graduado que póde girar, e um polariscopo. O apparelho é collocado defronte do olho do observador por meio de uma péga ou supporte.

Olhando para o céu ou para uma luz qualquer e orientando convenientemente o prisma de Nicol, vê-se uma serie de franjas coradas horisontaes; girando com o prisma de Nicol vê-se as franjas empallidecerem, separarem-se em duas de cores complementares, ficando atravessadas ao meio por uma facha incolor vertical; n'este ponto o prisma de Nicol deve coincidir com o zero do tambor graduado.

Para examinar o liquido a ensaiar, introduz-se no respectivo tubo dentro do instrumento; se elle possue poder rotatorio as franjas tornam a apparecer; gira-se então com o prisma de Nicol até que a facha incolor

volte á posição vertical primitiva; o quanto girou o prisma é indicado no tambor e marca o desvio que o liquido produziu no plano de polarisação.

Este instrumento é mais exacto que os saccharimetros ordinarios; não dependem as suas indicações da côr propria dos liquidos, e é de uma manipulação facil; é finalmente de um preço pouco elevado.

Microscopio-polarisador de Hofmann.—Chamava tambem a attenção, na vitrina dos objectos expostos por Hofmann, um microscopio polarisador construido por este habil artista, e que se distinguia especialmente por ter para polarisador uma placa de tormalina achromatisada, a qual transmitte em branco o feixe luminoso por ella polarisado rectilineamente. Permitte este instrumento observar, com facilidade, as curvas luminosas e as differentes nuances de variadas cores, produzidas pela passagem da luz polarisada através de substancias mineraes ou organicas de estructura symetrica.

Compõe-se este microscopio polarisador de um espelho concavo de vidro platinado no qual o fóco dos raios reflectidos cáe alem da tormalina do polarisador; o crystal ou objecto a examinar colloca-se sobre uma placa supporte defronte de um systema de quatro lentes que formam a objectiva; a imagem que se pretende examinar deve formar-se no foco da quarta lente. A ocular compõe-se de um systema de tres lentes formando como que uma especie de microscopio amplificador. O analysador d'este apparelho de polarisação é um prisma de Nicol. Uma haste vertical permitte fazer girar simultaneamente o analysador e polarisador.

São lindissimos os effeitos de luz, quando se observam com este instrumento laminas de vidro, de mica, de quartzo, etc. O instrumento construido por Hofmann tem muita nitidez e grande campo de visão; assim, com elle se vê distinctamente os dois systemas de eixos nas curvas luminosas dos crystaes de hyposulphito de soda, que são os mais divergentes.

Instrumentos astronomicos.—Dos instrumentos astronomicos que figuravam na exposição citaremos um bello telescopio com montagem equatorial exposto pelo especialista Secretam; o grande espelho parabolico e prateado segundo o systema de Foucault, e que faz parte essencial d'aquelle telescopio, achava-se em uma vitrina á parte; é um magnifico specimen; tem de abertura $0^m,16$; de distancia focal $0^m,96$; o comprimento do instrumento era apenas $0^m,96$; um refractor da mesma abertura deveria ter $2^m,60$ proximamente de comprimento. É sabido que foi aquelle grande aperfeiçoamento de Foucault que fez reviver os telescopios, instrumentos que se póde dizer, haviam sido completamente supplantados pelos refractores.

Na exposição do especialista Secretan, onde estavam reunidos numerosos e variados instrumentos, notaveis pela precisão com que se achavam construidos, bem acabado e elegancia de fórmas, sobresaíam um circulo meridiano e uma collecção de objectivas astronomicas.

O circulo meridiano exposto por Secretan exercia simultaneamente as funcções de circulo mural e luneta meridiana, podendo com vantagem servir aos astronomos para determinar as ascensões rectas e declinações dos astros, e aos geographos para determinar as latitudes e longitudes. Tem esta luneta $0^m,61$ de abertura e $0^m,78$ de distancia focal principal. A ocular é de cotovelo, de uma construcção engenhosa, facilitando as observações perto do zenith, e permittindo grandes amplificações quando se interpõe um prisma entre as duas lentes. Tem um micrometro com cinco fios fixos e um movel; o espaço comprehendido entre dois fios vizinhos corresponde a $5'$ de angulo ou $^{89}/_{100}$ de millimetro de comprimento de arco. O circulo tem $0^m,50$ de diametro, e é dividido em 4320 partes, de $5'$ em $5'$; é munido de quatro microscopios possantes com micrometros de meio segundo. Os fios do micrometro e as divisões debaixo dos microscopios são illuminados pela luz de um candieiro

collocada no prolongamento do eixo transversal e horisontal do instrumento; um pequeno prisma collocado no cruzamento d'aquelle eixo com o da luneta recebe a luz do candieiro e envia-a sobre os fios da luneta. Uma nova combinação de prismas e espelhos de dupla curvatura permitte projectar a luz sobre as quatro partes do limbo.

As objectivas astronomicas que figuravam na vitrina de Secretan eram de pequenas dimensões, $0^m,09$; $0^m,11$; $0^m,13$ de diametro; mais tarde vieram outras tres de $0^m,16$; $0^m,19$; $0^m,25$ de diametro. O vidro francez é porém inferior ao inglez e allemão. A grande objectiva de $0^m,75$ de diametro que está construindo Secretan para o observatorio de París, debaixo da direcção de Foucault, não se achando ainda terminada, não pôde figurar na exposição.

Oculos e lunetas.—Oculos de theatro, lunetas terrestres e maritimas de todos os generos figuravam em grande profusão na galeria das artes liberaes da exposição universal; vendiam-se ali, sendo substituidos por outros, á medida que achavam compradores; n'esta especialidade sobresaíam os constructores Bardou, Lemaire, Secretan, etc.; em muitos a montagem em logar de ser de latão, marfim, etc., era de aluminio.

Apparelhos geodesicos.—Em lunetas, theodolitos, e em geral nos instrumentos de geodesia, tinham primeiro logar a França, Inglaterra e Prussia. Na exposição ingleza mereciam especial menção as lunetas de Dallmeyer. Na exposição prussiana brilhavam os magnificos instrumentos, ditos *universaes,* especie de grandes theodolitos, não tendo senão uma luneta, mas podendo com toda a facilidade e precisão medir angulos nos planos vertical e horisontal; os mais bellos eram construidos pelos habeis artistas Breithaupt, Pistor e Martins, de Berlin. Na exposição portugueza vimos um bello theodolito construido pelo nosso habil compatriota Mauricio Vieira, bem como diversos niveis de bolha de ar, e um nivel de duas lunetas invertidas, construido pelo mesmo, segundo indica-

ções de um nosso distincto engenheiro, Brito Limpo. N'este instrumento ha duas lunetas parallelas e invertidas, podendo uma tomar o logar da outra por meio do movimento de rotação que o seu supporte póde tomar em torno do eixo parallelo ao das lunetas, e que lhes é equidistante. Fazendo duas observações com uma luneta collocada nas duas posições; invertendo a posição do instrumento, dando-lhe movimento de rotação em torno do seu eixo vertical, e fazendo duas observações analogas com a outra luneta, a media das quatro observações dá a verdadeira direcção da linha de nivel. Todos estes instrumentos foram expostos pelo instituto industrial de Lisboa.

Na secção franceza notámos um theodolito geodesico de alidade concentrica muito apreciado pelos engenheiros, e devido a um artista notavel, Balbreck, allemão de origem, e estabelecido, como tantos outros, na capital do imperio francez, essa cidade que tem absorvido tanto do que tem produzido o genio e o trabalho em outros paizes. Segundo um aperfeiçoamento novo devido ao mesmo artista, ha um banho de mercurio contido em uma tina suspensa permanentemente debaixo da luneta, e no qual se póde obter o nadir sem ter que mudar de ocular. Por meio de uma chave propria se dá movimento a uma lamina de vidro de faces parallelas, applicada ao longo do tubo entre dois dos vidros da ocular, podendo-se fazer girar até 45° sobre o eixo; esta lamina recebe de uma lente, com uma distancia focal determinada, um feixe de luz que illumina perfeitamente os fios, fazendo apparecer nitidamente toda a extensão do campo. Para que a lamina não incommode, durante que se fazem as observações, colloca-se ao lado do tubo.

O theodolito de Balbreck é construido com summa perfeição; os parafusos funccionam com muita doçura, não ha tempos perdidos; dá 10 segundos por 4 nonios. Póde servir igualmente para as observações astronomicas; póde, por exemplo, fazer as vezes de luneta meridiana.

Vimos tambem na secção franceza um theodolito de Brunner; segundo este systema, a construcção do instrumento é muito simplificada; a luneta de prova, collocada por baixo do circulo horisontal, é supprimida; este circulo não póde pois deslocar-se quando a luneta, pela qual se observa, passa de um signal a outro na medida dos angulos proximos.

Na exposição de Secretan vimos um nivel de *pinulas opticas,* de tanta ou mais precisão que os de pinulas ordinarias, e no qual ha duas lentes plano-convexas do mesmo foco separadas por uma distancia igual ao dobro da sua distancia focal principal; a linha visual passa pelo cruzamento de fios collocado no foco commum de ambas. É este instrumento de pequeno volume e commodo para as observações.

Citaremos ainda n'esta parte relativa aos instrumentos geodesicos um novo systema de supporte para plancheta, de Secretan, com o qual se colloca a plancheta horisontal com o jogo de um unico parafuso, dando-lhe uma immobilidade perfeita por meio de um botão pressor, supprimindo-se as longas tentativas aborrecidas dos outros systemas.

Microscopios.—Os constructores inglezes tinham até aqui apresentado geralmente grande superioridade sobre os francezes na construcção dos microscopios, porém a exposição da secção franceza mostrava grande progresso a este respeito, não se podendo dizer comtudo que os microscopios francezes excedessem os inglezes em qualidade, mas em compensação eram geralmente de um preço bastante inferior.

Um microscopio, sobretudo quando é destinado á observação de objectos de historia natural, deve ter a propriedade de dar imagens sufficientemente nitidas das diversas partes do objecto mesmo situadas um pouco fóra do foco; é o que se chama ter uma objectiva com grande poder de penetração. Se não fosse assim, como a maior parte dos objectos de anatomia, por exemplo,

não tem quasi nunca todos os seus pontos situados no mesmo plano, não se poderia fazer idéa da estructura dos seus orgãos ou dos elementos anatomicos que os compõem. É preferivel obter as amplificações com as objectivas do que com as oculares, aliás o augmento das imagens é obtido á custa da sua nitidez e clareza. É o que acontece com os microscopios inglezes de corpo alongado.

Via-se na exposição um grande numero de microscopios de diversos generos e dimensões. Na secção ingleza admiravam-se os magnificos microscopios de Ross, de Beck, etc., que eram sufficientemente caros. A Prussia tinha tambem diversos microscopios, bem como a Austria; merecia especial menção na secção austriaca um bello microscopio de Gundlach.

Na secção franceza havia microscopios de diversos auctores, e em geral eram bons instrumentos; vimos microscopios de Secretan, Chevalier, Hartnach, Duboscq; de Robin e Lacase-Duthiers para o estudo de objectos de maiores dimensões em aquarios; vimos uns com o tubo vertical, outros com o tubo horisontal, outros com diversos tubos para dois ou tres observadores fazerem um estudo simultaneo, etc. Mas sem duvida os microscopios de Nachet primavam em geral sobre todos os outros.

É aos habeis constructores d'esta especialidade da applicação dos principios de optica que são devidos diversos aperfeiçoamentos, que têem successivamente melhorado esta parte do material das indagações scientificas e industriaes. É assim que a applicação do *principio da immersão* de Amici e o aperfeiçoamento d'este novo systema de objectivas, bem como a introducção do estereoscopo binocular na pratica das observações microscopicas, são outros tantos graus de adiantamento que Nachet deu á construcção dos microscopios.

Entre os numerosos specimens que figuravam na vitrina de Nachet, na secção franceza, citaremos como muito notavel um apparelho binocular, tendo um tubo

vertical como nos microscopios ordinarios, e um outro articulado lateralmente com um parafuso micrometrico, por meio do qual se regula a distancia das oculares dos dois tubos para a adaptar á respectiva distancia dos dois olhos. Vimos um microscopio binocular de dissecção mui bem construido, de uma observação segura e tendo uma grande distancia focal. Um microscopio binocular, dando imagens estereoscopicas, tinha uma disposição especial que permittia deslocar os prismas e obter as mesmas imagens pseudoscopicas. Faremos ainda menção de um pequeno microscopio portatil, tendo de comprimento menos de 1 decimetro, e de largura 5 centimetros, apresentando um grande poder amplificador, proprio para a medicina, para fazer observações junto á cama dos doentes.

Apparelhos diversos de optica.—Figuravam na exposição muitos instrumentos e apparelhos para os diversos ramos da optica; citaremos ainda alguns dos principaes.

É sabido que nos cursos de physica se empregam ordinariamente grandes espelhos parabolicos de latão para a demonstração dos phenomenos da reflexão do calor e da luz; ora o cobre ou latão tendo um poder reflectidor muito inferior ao da prata, o illustre physico Jamin, o sabio professor que em París tem feito as mais bellas experiencias da physica experimental, como Tyndall as tem feito admirar em Londres, mandou construir, pelo habil artista Secretan, para a escola polytechnica, e para a faculdade de sciencias, dois grandes espelhos espheric os de vidro prateado, tendo $0^m,50$ de diametro e $0^m,45$ de distancia focal. Figuravam na exposição dois d'estes espelhos. Os effeitos obtidos com estas grandes superficies dotadas de um consideravel poder reflectidor são surprehendentes, e excedem tudo o que até hoje se tinha podido realisar.

Um habil artista em trabalhos de vidro, Feil, expoz um formidavel disco de *flint-glass*, cujo peso especifico era 3,607. Pesava este disco 180 kilogrammas e tinha $0^m,72$ de diametro.

Na vitrina de Hofmann notámos uma rica collecção de prismas para experiencias de optica, um espectroscopo de visão directa muito commodo, uma luneta biprismatica e variados crystaes para a polarisação da luz, e na exposição de H. Soleil admirámos um bello apparelho de Fizeau destinado a medir a dilatação dos crystaes.

Não terminaremos esta noticia sobre os apparelhos de optica da exposição sem citar os magnificos heliostatos de Foucault, tanto para experiencias scientificas como para os trabalhos photographicos, uma bella serie de prismas de vidro construidos pelo systema de Berthaud para as experiencias de Baille sobre a influencia do calor sobre os indices de refracção de diversas qualidades de vidro, bem como uma collecção de oculares de Dove.

V

PHOTOGRAPHIA

Segundo a classificação adoptada pela commissão imperial na exposição universal de 1867, a bella arte de Daguerre e Niepce, que tem feito extraordinarios progressos para chegar ao ponto em que hoje a vemos, estava representada pela classe IX.

Na classe IX comprehendiam-se: 1.º, provas photographicas em papel e vidro; 2.º, esmaltes photographicos; 3.º, provas de gravura heliographica e photo-lithographia; 4.º, provas sobre metal e papel com cores naturaes; 5.º, specimens de diversas applicações photographicas; 6.º, apparelhos de optica e marcenaria, productos chimicos e mais accessorios que servem ás operações photographicas.

Como se vê do que fica dito, na photographia pouco ha do dominio da physica, poisque apenas temos ali a considerar como apparelhos de optica, as camaras photographicas, ou, para melhor dizer, as objectivas; o

resto é mais do dominio das artes chimicas. Por isso limitar-nos-hemos aqui a uma analyse muito succinta da exposição n'esta parte.

A photographia tem adquirido um grande desenvolvimento, tem creado numerosas industrias especiaes, e tem incessantemente generalisado as suas applicações, prestando grande auxilio a muitas artes.

Os principaes aperfeiçoamentos que se manifestavam nos productos expostos na galeria das artes liberaes, diziam respeito: ao melhoramento do processo da tiragem dos positivos tanto com os sães de prata como com o carvão; aos processos heliographicos da tiragem das provas com tinta oleosa sobre metal ou sobre pedra; á producção das imagens a cores naturaes sobre papel; á fabricação dos productos chimicos, e finalmente á construcção de apparelhos de optica e marcenaria e ás suas applicações variadas.

A photographia era representada na exposição universal de 1867 por 598 expositores, sendo 175 francezes; em seguida Inglaterra, Austria e Estados Unidos eram as nações que tinham mais expositores. Portugal apresentou 3 expositores unicamente; dois de Lisboa e um do Porto. Causa admiração á primeira vista, que houvesse tão pequeno numero de expositores em uma arte que tem feito a volta do mundo, e que conta adeptos de profissão e amadores nas mais pequenas povoações; mas basta reflectir que na maior parte os photographos fazem apenas uma especulação commercial, e que o numero que se póde dizer que cultiva uma das maiores descobertas modernas é muito restricto, quer seja na arte photographica ou aperfeiçoamentos praticos susceptiveis de melhorar a photographia, quer seja na sciencia photographica ou estudo das reacções chimicas e dos apparelhos destinados a diversas applicações industriaes e artisticas da photographia.

Provas photographicas.—Entre as melhores provas photographicas que vimos na exposição citaremos as de

Alophe, retratos de grandeza natural, directos sem retoque, obras primas como luz e *pose*; as bellas vistas do Egypto, por Cammas, as provas photographicas sobre seda, por Laffon, as reproducções de quadros pelos habeis artistas Numa Blanc, Ewin, Pierre Petit, Bingham, etc. As photographias microscopicas de Dragon attrahiam continuadamente uma grande concorrencia de pessoas a espreitarem pelos pequenos orificios das suas engraçadas bijuterias.

Vimos tambem provas de positivos sobre colodio, de M. Villette, dispostos sobre folha de ferro esmaltado, simulando esmaltes. O notavel artista photographico e escriptor, Davanne, muito conhecido por todos os que se têem occupado mais ou menos da arte photographica, expoz algumas provas a albumina segundo o systema Taupenot.

Na exposição ingleza, que n'esta especialidade não cedia nada á franceza, excepto no que diz respeito á parte propriamente scientifica, na qual a galeria franceza primava sobre todas as outras nações, vimos provas magnificas; os artistas que mais sobresaíam n'esta secção eram Sulton, pelos seus retratos coloridos, Mason, pelas suas provas estereoscopicas, England, Robinson pelos seus retratos e vistas, e Woodburg pelos seus specimens helioplasticos.

Na exposição prussiana tornavam-se dignas de menção: uma serie de provas obtidas por differentes methodos, destinadas a mostrar a importancia da photographia para as sciencias e para as industrias, feitas por M. Vogel, professor da academia real de Berlin, algumas provas de photo-lithographia de Richard Palk, diversas provas de Gerstel, Suke, Meader, etc.

A Austria tinha uma bonita exposição; eram muito notaveis algumas vistas panoramicas de Kurthle, e alguns retratos de Angerer, e varias provas de Prestch.

Na Belgica distinguiam-se alguns retratos magnificos, de pé e augmentados, da familia real belga, executados

pelos habeis photographos Guemar, uma bella collecção de provas sem retoque de Monckoven, o conhecido e notavel artista e escriptor em materias photographicas, e algumas reproducções de quadros de Maes, de Anvers.

Os Estados Unidos, onde abundam os photographos, e alguns muito notaveis, apenas eram representados na classe IX por 19 expositores; se exceptuarmos umas bellas photographias astronomicas, representando vistas da lua, por Rutherford, o resto pouco apresentava de notavel.

Apparelhos photographicos.—Emquanto á parte optica, no que diz respeito a apparelhos, citaremos como os mais notaveis na secção franceza, as camaras e objectivas de Chevalier, Secretan, Duboscq, Derogy, Bertsch. Vimos tambem uma grande camara photographica de dimensões muito alem das ordinarias, de Relandin, algumas objectivas de Kermargis, e duas enormes objectivas construidas por Gasc e Charconnet.

Dos apparelhos modernos que figuravam na exposição, na parte relativa a applicações photographicas, mencionaremos uma *camara panoramica,* de Koch, dando magnificos effeitos de perspectiva; o pequeno laboratorio revelador de Albités, o qual se póde dizer quasi funcciona automaticamente, de modo que não é necessaria uma grande pratica nas artes photographicas para poder funccionar com elle, tendo alem d'isso a vantagem de se poder operar ao ar livre, ao sol e sem o menor abrigo; e outros apparelhos que tambem permittem fazer photographias ao ar livre, taes são os apparelhos de Dubrony, Berisch, Anthoni, Duboscq, etc.; tudo isto porém é assás conhecido; não havia a notar senão em geral o bem acabado da maior parte d'estes apparelhos. Tal é o ponto a que chegaram os progressos da photographia que hoje se póde operar com qualquer tempo, ao ar livre, ao sol, á chuva, sem abrigo algum, e sem necessario ser que o photographo arraste comsigo uma volumosa bagagem.

Figurava tambem na exposição franceza um apparelho exposto por Poitrineau, e denominado *laboratorio photographico portatil e rolante,* o qual se compunha de um carro contendo a camara e mais apparelhos e drogas necessarias para funccionar, inclusivè um deposito de agua, de modo que o carro photographico é ao mesmo tempo um apparelho de optica, um laboratorio e um deposito. Póde o apparelho de Poitrineau ser de grande vantagem para fazer excursões pelo campo com o fim de tirar vistas de paizagens, de monumentos, etc., prestando assim grandes serviços á photographia architectural e á photographia de paizagens. É de notar que com este apparelho se póde fazer uso do colodio humido, o que é quasi impossivel com os outros systemas, sendo geralmente necessario recorrer á photographia sobre albumina ou sobre colodio secco.

Vimos na secção franceza da galeria das artes liberaes, na classe IX, um instrumento, exposto por H. Plaut, que é um photometro que permitte medir a intensidade da luz, desde aquella que nos vem dos astros até áquella que produz a combustão de qualquer véla collocada a 5 ou 6 metros de distancia. Este instrumento, denominado *photometro universal,* póde servir com vantagem para conhecer a força da luz de que o photographo dispõe em certas occasiões para poder operar.

Na secção austriaca o habil e conhecido constructor Voigtlander, de Vienna, expoz uma magnifica collecção de objectivas photographicas de diversas dimensões.

Na secção ingleza vimos tambem bellas objectivas nas vitrinas de Thomás Ross e Dallmayer, artistas de grande merecimento e muito conhecidos por todos os que se têem occupado com mais constancia da bella arte photographica.

Na exposição dos Estados Unidos apenas notámos uma boa collecção de objectivas, construidas por Villard e C.ª, de New-York.

Não terminaremos esta analyse da exposição photo-

graphica sem mencionar a planta gigantesca do lindo logar e castello de Pièrrefonds, levantada por Wiganowski com a plancheta photographica de Chevalier, perfeitamente construida por Duboscq.

O apparelho de Chevalier, denominado plancheta photographica, é extremamente simples; consta de uma tábua, podendo receber um movimento continuado ou interrompido em torno de um eixo vertical; sobre este plano está a camara, cuja disposição optica se reduz á combinação de uma lente convergente e um prisma ou um espelho plano; resulta d'esta disposição, que é similhante á das camaras escuras de desenho, taes como as imaginou Porta, que a imagem vem formar-se em um plano horisontal fixo exterior ao eixo de rotação do apparelho. O eixo de rotação e o eixo optico da lente estão em um plano vertical perpendicular á superficie onde se forma a imagem, e á hypothenusa do prisma ou superficie do espelho; este plano diz-se *principal*. A superficie sensivel horisontal onde se forma a imagem está coberta com um alvo opaco, tendo uma estreita fenda na direcção do eixo de rotação e no plano principal, de modo que só se formam as imagens dos pontos que successivamente se comprehenderem no dito plano principal.

Dirigindo a plancheta photographica, collocada em uma estação, successivamente para diversos pontos de uma paizagem, obter-se-ha na superficie sensibilisada as imagens d'esses diversos objectos, e os angulos feitos pelas linhas tiradas do centro de rotação a essas diversas imagens, serão iguaes aos angulos que fazem com o plano principal os planos verticaes, passando successivamente pelo centro de rotação e pelos diversos pontos da paizagem; são os angulos azimuthaes.

Tomando pois duas estações para centro d'estas operações, e conhecendo a distancia das duas ditas estações, tem-se um lado e os angulos de diversos triangulos formados pelas rectas que ligam as duas estações aos di

versos pontos observados; estes pontos ficarão pois determinados de posição.

O apparelho póde tambem funccionar com o eixo de rotação horisontal e a superficie sensivel onde se forma a imagem vertical; n'este caso obtêem-se os angulos formados pelas rectas tiradas do centro de rotação aos extremos das linhas verticaes dos objectos, cujas imagens se obtêem na camara, dirigindo o apparelho successivamente a diversas alturas, o que permitte determinar a altitude dos diversos pontos da paizagem.

A plancheta photographica tem a vantagem de dar em uma só operação a direcção de todos os pontos visiveis da estação, sem erro algum, e bastando determinar uma vez a posição da agulha magnetica; assim este instrumento dá simultaneamente um nivelamento de grande extensão, collocando o seu eixo de rotação horisontal. As imagens podem ser obtidas sobre placa ou vidro; no primeiro caso empregam-se directamente, no segundo obtêem-se provas negativas, com as quaes se obtêem quantos positivos em papel se quizer.

Marcando sobre uma folha de papel uma recta proporcional á distancia das duas estações onde se fizeram as operações, e fixando nos extremos d'esta recta as duas imagens do mesmo objecto orientadas como as dá a photographia na plancheta, tirando rectas pelas imagens (que, como vimos, são rectilineas pela fórma da fenda), o ponto de encontro das rectas é a posição do objecto cujas imagens se traçaram; assim successivamente se obtem sobre o papel a posição dos diversos pontos da paizagem.

Parece-nos que a plancheta photographica de Chevalier póde ser vantajosamente applicada ás artes militares. Os serviços que presta a photographia ás artes militares são grandes. Os resultados que se obtêem com os apparelhos photographicos não são inferiores aos que se obtêem com os pantographos. As vistas photographicas ordinarias e as provas estereoscopicas podem mesmo

muitas vezes ser de grande auxilio aos trabalhos topographicos, e ás vezes até substituir certos levantamentos de reconhecimentos rapidos.

Para estes serviços os apparelhos Dubroni, Anthoni, etc., são vantajosos, mas a plancheta photographica, sendo-lhe adaptada uma objectiva telescopica, póde dar imagens nitidas de objectos situados muito ao longe, o que, por exemplo, póde ter applicação para photographar uma praça a grande distancia durante o fogo do sitio.

VI

PHAROES

Uma das mais bellas applicações das propriedades das lentes, e que immortalisou o nome de Fresnel, achava-se perfeitamente representada na exposição universal de 1867; fallâmos dos pharoes. Eram a França e a Inglaterra as nações que expozeram os grandes apparelhos de optica que nos pharoes indicam aos navegantes o logar das costas onde se acham, advertindo-os dos perigos proximos e servindo-lhes de luminoso guia nas suas derrotas perto da terra. Outras nações expozeram tambem alguns modelos de pharoes; entre ellas, a Hespanha, por exemplo, que é um dos paizes em que melhor illuminadas se acham as costas; eram só porém aquellas duas potencias que expozeram os grandes apparelhos de illuminação dos pharoes.

De todos os typos de pharoes havia specimens na exposição, desde os apparelhos catoptricos ou de reflectores, cujo uso hoje se acha limitado a portos e passagens estreitas, e em geral aos casos em que se não exige grande poder luminoso e grande alcance, até aos mais possantes apparelhos lenticulares de todos os generos, e finalmente os pharoes electricos. De todos vimos exemplares nas secções franceza e ingleza do parque e da grande galeria do trabalho das artes usuaes; quasi todos

já tinham destino, esperando, na maior parte, que a exposição acabasse, para irem para diversos pontos do litoral em differentes paizes, exercer a sua tão bemfazeja quanto util missão.

Apparelhos catoptricos.—N'estes apparelhos empregam-se reflectidores de cobre prateado; usam-se de duas especies: 1.ª, photophoros, que são espelhos parabolicos gerados pela revolução de uma parabola em torno do seu eixo; no foco colloca-se uma lampada de dupla corrente de ar; pela reflexão na superficie prateada, os raios de luz que partem do foco do paraboloide sáem parallelos ao eixo do espelho, o qual é horisontal; como a chamma da lampada tem dimensões grandes, os seus pontos, que não se acham no foco, emittem raios de luz que pela reflexão no espelho dão um feixe conico; d'este feixe, os raios que se dirigem abaixo do plano horisontal que passa pelo foco são aproveitados na illuminação, porém os que se dirigem para cima são completamente perdidos; 2.ª, *apparelhos sideraes,* nos quaes os espelhos têem a fórma de paraboloides com duas superficies, gerados pela revolução de uma parabola em torno de um eixo vertical passando pelo foco; a lampada é collocada no foco commum.

Nos pharoes catoptricos usa-se geralmente dos photophoros. Constam geralmente de um certo numero de photophoros, dispostos em grupos de tres e tres em torno de um tambor. Quando são de rotação, um mechanismo de relogio imprime este movimento ao tambor, dirigindo successivamente os diversos feixes luminosos sobre os mesmos pontos do horisonte. Podem estes pharoes ser vantajosamente applicados a illuminar passagens estreitas e perigosas, a reforçar em uma certa direcção a luz de apparelhos cuja intensidade é sufficiente em outras direcções, a illuminações provisorias, etc. Os pharoes catoptricos prestam-se melhor a terem movimento de rotação, do que a servirem de fogos fixos; quando têem movimento de rotação, nos diversos pontos do horisonte

passam successivamente os feixes luminosos dos espelhos, havendo entre a passagem de cada dois feixes escuridão completa ou eclipse.

Nos apparelhos sideraes os raios luminosos são uniformemente distribuidos por todo o horisonte maritimo; do lado da terra collocam-se geralmente reflectores parabolicos que reflectem os raios de luz que se iriam perder para esse lado. Estes pharoes são de fraco alcance; o seu uso é limitado a casos muito particulares.

Apparelhos dioptricos.—O uso dos pharoes catoptricos tem porém consideravelmente diminuido desde que Fresnel em 1819 imaginou as lentes polysonaes, compostas de uma lentilha central plano-convexa e de uma serie de anneis concentricos plano-convexos, tendo todos o mesmo foco, as quaes permittem obter feixes luminosos parallelos de grandes dimensões, pela refracção dos raios luminosos que partindo do foco as atravessam, evitando-se a aberração de espheridade, ao mesmo tempo que a pequena espessura produz pequena absorpção de luz.

O profil d'estas lentes polyzonaes ou em degraus compõe-se de uma recta de um lado, e varios arcos de circulo do outro, tudo calculado de modo a diminuir quanto possivel a aberração de esphericidade e a espessura do vidro.

Diversos são os systemas dos apparelhos dioptricos empregados nos pharoes:

1.º Imaginando que o profil gira, em torno de um eixo horisontal passando pelo foco, temos uma lente polysonal, a qual pela refracção dos raios de luz que partindo do foco a atravessam, dá um feixe de luz parallelo horisontal. Dispondo em torno de um eixo vertical passando pelo foco um certo numero d'estas lentes, obtem-se um tambor prismatico; uma luz occupando o foco dá tantos feixes luminosos quantas as lentes polysonaes; dando movimento de rotação ao tambor lenticular os diversos feixes luminosos serão successivamente dirigidos

sobre os diversos pontos do horisonte; nos intervallos d'estes feixes não haverá luz, o pharol é então de eclipses.

2.º Imaginando que o profil gira em torno de um eixo vertical passando pelo foco, forma-se uma superficie cylindrica; uma luz collocada no foco, pela refracção dos raios de luz que partindo d'este ponto atravessam o tambor, dá um feixe luminoso divergente que illumina igualmente todos os pontos do horisonte; é o apparelho dioptrico de um pharol fixo ordinario.

3.º Imaginando que o profil se move parallelamente a si mesmo em um plano vertical, forma-se uma lentilha plana de elementos verticaes; todos os raios de luz que partirem do foco, depois da refracção formam um feixe comprehendido entre dois planos verticaes; collocando esta lentilha defronte de um tambor cylindrico do segundo systema, obtem-se um feixe parallelo analogo ao do primeiro systema.

4.º Imaginando em torno de um eixo vertical anneis prismaticos de secção triangular, os raios de luz que partirem do centro, pelas duas refracções e uma reflexão que experimentam n'estes anneis, sáem com uma direcção horisontal. São estes os anneis denominados *catadioptricos*.

5.º Um novo aperfeiçoamento veiu juntar-se ás bellas concepções de Fresnel; um habil artista inglez Thomás Stevenson imaginou um novo systema dioptrico, que denominou *olophoto*. Imaginemos uns anneis prismaticos, os quaes recebendo a luz collocada no seu foco commum, produzam uma reflexão total, de modo que nenhum raio de luz que d'aquelle ponto partir os atravesse.

Os prismas *olophoticos* ou de reflexão total de Stevenson constituem uma especie de espelho dioptrico ou transparente. A secção d'estes anneis é tal que qualquer raio de luz que partir do foco caíndo sobre elles apresenta angulos de incidencia taes, que a refracção é impossivel,

produzindo-se o phenomeno physico conhecido com o nome de *reflexão total.*

Figurava na exposição um d'estes espelhos dioptricos tendo no foco uma bola encarnada; olhando do outro lado do apparelho a bola era completamente invisivel, por isso que os raios de luz que ella reflectia e que encontravam os anneis de vidro do apparelho, soffriam a reflexão total e não atravessavam o apparelho. Vê-se pois que este apparelho olophotico faz as vezes de um espelho ou reflector, sem ter porém os inconvenientes que apresentam os espelhos metallicos, de absorverem muita luz e de se deteriorarem promptamente.

Em todos os pharoes dioptricos não ha mais de uma lampada; nos pharoes de primeira ordem a lampada tem quatro torcidas concentricas; nos de segunda, tres; nos de terceira, duas; nos de quarta, uma; o azeite é levado ás torcidas por bombas movidas por mechanismos de relojoaria, e deve-lhes chegar sempre em excesso; entre duas torcidas passando uma corrente de ar, a combustão é muito activa. As lampadas de uma torcida são geralmente de nivel constante, excepto quando têem de illuminar todo o horisonte. Uma chaminé de vidro envolve as chammas; um obturador permitte regular a tiragem.

Os apparelhos dioptricos são muito superiores aos catoptricos, porque n'estes as superficies metallicas mesmo muito bem polidas absorvem muita mais luz do que o vidro; com o tempo, sobretudo em presença da humidade do mar, os espelhos deterioram-se muito, diminuindo consideravelmente o seu poder reflectidor; alem d'isso nos apparelhos dioptricos póde distribuir-se a luz uniformemente por todo o horisonte, o que se não póde fazer com os de reflectores senão com os sideraes, os quaes porém têem pequena potencia. Os pharoes catoptricos apresentam maior divergencia nos raios luminosos, uma grande parte dos quaes se não póde utilisar. Alem d'isso, com os apparelhos dioptricos podem produzir-se clarões muito mais intensos.

Assim, apesar do custo dos pharoes de reflectores ser muito inferior ao dos dioptricos, comtudo aquelles só se empregam em casos especiaes, como são aquelles em que se não exige grande alcance e poder luminoso, como já dissemos.

Da combinação dos systemas dioptricos mencionados resultam varios generos de pharoes de diversas ordens. Nos pharoes fixos usa-se geralmente de apparelhos cylindricos do segundo systema, tendo na parte superior e na inferior umas corôas de anneis catadioptricos do quarto systema.

Nos pharoes fixos com clarões emprega-se frequentemente um tambor dioptrico do segundo systema, em torno do qual gira um disco com duas ou tres lentilhas de elementos verticaes do terceiro systema; estas lentilhas reunem em feixes os raios que já atravessaram o tambor cylindrico, e d'este augmento de intensidade da luz resultam os clarões: os clarões são seguidos e precedidos de pequenos eclipses a grandes distancias, depois dos quaes se vê a luz fixa; a pequena distancia não ha eclipses, porque se vê a luz transmittida através dos anneis catadioptricos das corôas superior e inferior que terminam o tambor cylindrico. Quando o pharol deve illuminar todo o horisonte, de modo que não tem angulo morto, então em logar de lentilhas verticaes, intercalam-se no tambor cylindrico lentes annullares ou polysonaes do primeiro systema, recebendo o apparelho todo movimento de rotação.

Os pharoes de eclipses com clarões prolongados têem um apparelho lenticular do primeiro systema formado de um tambor prismatico com oito ou mais lados correspondentes a oito lentes polysonaes; superiormente tem uma corôa de anneis catadioptricos e na parte inferior outra; a corôa inferior é fixa, e o tambor e corôa superior recebem movimento de rotação. A corôa superior faz um certo angulo com o tambor para prolongar os clarões. A luz fixa da corôa inferior só se vê a pequena

distancia; alem de 12 milhas, os eclipses, que alternam regularmente com os clarões, são completos. Para os eclipses de minuto em minuto empregam-se 8 lentes polysonaes; para os que têem logar de 30 em 30 segundos empregam-se 16 lentes polysonaes.

Nos pharoes em que os eclipses são mais numerosos, por exemplo de 20 segundos ou de 10 em 10 segundos, emprega-se um tambor de 24 ou 48 lados; n'este caso supprime-se a luz fixa, todo o apparelho é animado de movimento de rotação. Quando o numero de eclipses é muito grande produz-se uma verdadeira scintillação.

Nos pharoes de cores empregam-se vidros planos corados que se collocam no interior dos apparelhos; assim, por exemplo, nos pharoes de eclipses de 20 em 20 segundos com clarões alternadamente brancos e vermelhos, emprega-se um tambor prismatico de 24 lentes polysonaes com as corôas de anneis catadroptricos; defronte das zonas e alternadamente collocam-se vidros encarnados no interior do apparelho; portanto os clarões brancos e encarnados alternarão successivamente.

Nos pharoes fixos de clarões sem eclipses, emprega-se um tambor cylindrico do segundo systema com uma corôa de anneis catadroptricos inferior que produz a luz fixa; na parte superior ha um tambor prismatico com lentes annulares que envolvem os anneis catadoptricos superiores e que recebe movimento de rotação; são os feixes produzidos pelas lentes annulares que dão os clarões. Cobrindo as lentes annulares de vidros de cores, alternadamente encarnados e verdes, obtem-se um pharol fixo, branco, sem eclipses, com clarões alternadamente verdes e encarnados. Tal é pois a disposição geral dos diversos generôs de pharoes, dos quaes a exposição universal de 1867 offerecia á admiração dos visitantes magnificos specimens; daremos um golpe de vista sobre os apparelhos opticos de pharoes, que se ostentavam na grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio e no parque.

Na secção ingleza da galeria do palacio, os irmãos Chance, de Birmingham, expozeram um grande apparelho dioptrico de rotação composto de um tambor prismatico com 8 lentes polysonaes, terminado superior e inferiormente por corôas prismaticas; era pois um pharol de eclipses de 1 em 1 minuto com clarões prolongados. Os mesmos constructores expozeram um apparelho dioptrico annular para um pharol fixo destinado á ponta de Trinity-House, em Londres, sobre o Tamisa.

A sociedade dos engenheiros de Londres expoz um pharol catoptrico de rotação com 12 reflectores.

O constructor Wilkins expoz diversos reflectores com suspensão; eram apparelhos para fanaes, lanternas, etc.

A importante commissão dos pharoes do norte da Escocia expoz uma rica collecção de apparelhos opticos de pharoes; via-se ali um grande apparelho dioptrico composto de um tambor annular, um olophoto e diversos prismas conoides concentrando a luz; um grande apparelho dioptrico de rotação com eclipses, construido por Stevenson, denominado *olophotico,* e um outro grande apparelho dioptrico destinado a um pharol do cabo de Saunders, na Nova Zelandia; foi a este pharol que primeiro se applicou o systema olophotal de Stevenson. Alem d'estes apparelhos havia pequenos pharoes dioptricos para navios, reflectores parabolicos, um reflectidor para a luz electrica, lanternas, etc.

A India Ingleza expoz um pharol fluctuante fixo com oito pequenos apparelhos dioptricos.

Na secção franceza havia tambem uma bella collecção de apparelhos de optica para pharoes.

O habil constructor Lepaute expoz dois pharoes de primeira ordem, fixos, com clarões muito brilhantes de minuto em minuto; um pharol de rotação com eclipses e clarões prolongados de minuto em minuto, e um pharol fixo com eclipses instantaneos em duas direcções.

O não menos notavel constructor Sautter expoz um magnifico pharol de rotação de primeira ordem com

24 clarões em toda a altura do apparelho, um pharol electrico de rotação com o mechanismo na parte superior, e varios discos polysonaes e coroas prismaticas, para apparelhos dioptricos de diversas ordens, lanternas, fanaes, etc.

Os constructores Barbier e Fenestres expozeram um grande pharol de rotação de primeira ordem com eclipses totaes, e clarões de cinco em cinco segundos, destinado para os Estados Unidos, varias lanternas, fanaes, lentes annulares, apparelhos cylindricos de diversas cores, etc.

Chatel e Junius expozeram uma collecção de lanternas, fanaes, reflectores de aluminio, etc.

A França tinha exposto no parque um pharol completo destinado á ilhota de *Roches-Douvres* a 50 kilometros do porto de Portrieux na costa de Bretanha, entre as ilhas de Brehat e Guernesey. Este pharol achava-se collocado sobre uma alta torre de ferro, estabelecida sobre uns rochedos de um grande lago situado no parque, o qual recebia agua do rio Sena por meio das bombas movidas pela grande machina maritima de Friedland, da qual fallaremos adiante. Este pharol, depois de acabada a exposição, devia ir occupar o seu logar definitivo no rochedo de Roches-Douvres incessantemente batido pelas vagas.

O pharol de Roches-Douvres, que todas as noites projectava os seus feixes luminosos dominando todo o horisonte do campo de Marte, foi construido por Lepaute, segundo a direcção de Regnaud e Allard. É um pharol de rotação scintilhante. O seu apparelho optico compõe-se de um tambor prismatico com 24 lentes polysonaes do primeiro systema, tendo superiormente uma corôa de prismas catadioptricos, e outra na parte inferior. O seu diametro interior é $1^{m},80$, a sua altura total $2^{m},60$; sendo a altura do tambor $0^{m},98$, a da corôa superior 1 metro e a da inferior $0^{m},62$. A intensidade luminosa é de 2450 lampadas Carcel, o seu alcance medio 25 milhas.

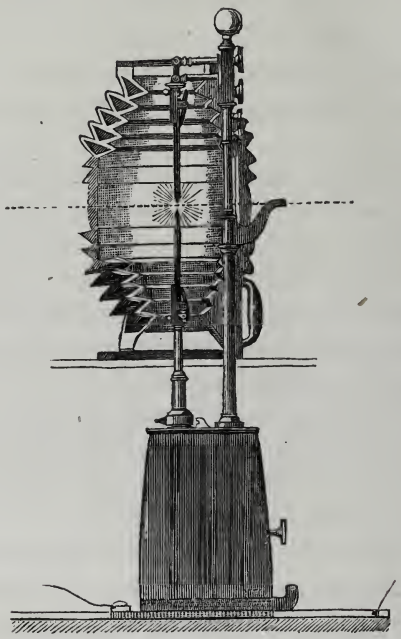
A torre d'este pharol é de ferro; postoque seja menos duradouro que a alvenaria, comtudo a sua rapidez de erecção o fez preferir para aquella localidade, onde ha fortes correntes e o mar é muito tempestuoso. Tem $48^m,30$ de altura até á platafórma; o foco do apparelho fica a $52^m,15$ de altura; a secção é um polygono regular de 16 lados; o diametro interior é $3^m,50$. No pavimento mais inferior estão os alojamentos dos pharoleiros, depositos de viveres, agua, instrumentos, azeite, etc. O guarda tem um gabinete logo abaixo da platafórma superior.

Junto á margem do Sena, perto da ponte de Orsay, achava-se uma torre metallica de secção octogonal de 8 metros de altura sobre a qual estava um pharol de clarões encarnados de 20 em 20 segundos, construido por Lepaute. Sobre a platafórma havia uns sinos para tocarem por occasião dos nevoeiros, quando o alcance da luz diminue consideravelmente.

Pharoes electricos.—O ministerio das obras publicas de França expoz no parque do campo de Marte, um pharol electrico identico aos que funccionam sobre o cabo de La-Heve, perto do Havre.

A luz electrica é produzida pelas correntes de inducção desenvolvidas em uma grande machina magneto-electrica, do genero das da companhia Alliança; n'esta machina ha quatro discos contendo cada um 16 bobines que giram defronte dos polos de magnetes fixos, dispostos em cinco planos verticaes entre os quaes giram as bobinas; cada magnete póde, pela attracção magnetica sustentar 60 kilogrammas; aquelles discos estão montados em um eixo que recebe movimento de rotação de uma machina de vapor de 3 ou 4 cavallos; os fios das bobines estão todos ligados entre si, e communicam por meio de dois fios de cobre cobertos de gutta percha com um regulador da luz electrica de Serrin, entre cujos carvões apparece a luz electrica. Como as correntes desenvolvidas nos fios das bobines são al-

ternadamente de sentidos oppostos, e não havendo commutador para as endireitar, isto é, dar o mesmo sentido a todas quando se lançam no circuito do regulador, segue-se que cada carvão é alternadamente polo positivo e negativo, o que é de grande vantagem, pois se gastam com maior igualdade, e a luz é mais regular.



Apparelho lenticular para pharol electrico fixo, construido por Sautter, de Paris

O apparelho dioptrico, em cujo foco é collocada a luz electrica, é um tambor prismatico do segundo systema com duas corôas de anneis catadioptricos calculados de modo a terem o mesmo foco que o tambor e a enviarem os raios de luz, não horisontalmente, mas segundo a tangente á superficie das aguas. Como a luz tem apenas $0^m,01$ a $0^m,015$ de altura, o apparelho dioptrico para um pharol de 1.ª ordem tem apenas $0^m,30$ de diametro, $0^m,433$ de altura total, sendo $0^m,18$ a do tambor, $0^m,094$ a da corôa inferior, e $0^m,159$ a da corôa superior. Havia

no pharol electrico dois apparelhos, um, o que acabâmos de descrever, e que era variado por clarões de minuto em minuto, o segundo apresentava uma luz scintillante com clarões de 2 em 2 segundos; ambos foram construidos por Sautter.

A intensidade d'estes pharoes electricos é de 5400 lampadas Carcel, seu alcance de 28 milhas; por occasião de grandes nevoeiros reduz-se a 13 milhas. Um pharol ordinario de 1.ª ordem não dá n'este ultimo caso alcance superior a 10 milhas. O preço da unidade luz é relativamente menor com a luz electrica; é quatro vezes inferior ao dos pharoes de lampada de azeite. O custo dos apparelhos dioptricos é menor para os pharoes electricos, pois têem muito menores dimensões.

As experiencias têem mostrado que nos diversos estados atmosphericos o pharol electrico é avistado mais longe do que os ordinarios; com grandes nevoeiros, postoque a luz electrica conserve superioridade á ordinaria, comtudo este excesso é apenas de 33 por cento.

A luz electrica tem realmente grande vantagem para pharoes de 1.ª ordem, situados no litoral; deve sempre haver duas machinas magneto-electricas, não só para se substituirem reciprocamente, quando sobrevier algum accidente a uma, mas tambem para se reunirem os seus effeitos, quando em circumstancias excepcionaes é preciso reforçar extraordinariamente a intensidade da luz. Deve tambem haver dois ou tres reguladores da luz electrica. Para pharoes secundarios, e para aquelles que são elevados sobre rochedos ou outros logares pouco accessiveis, não convem empregar os pharoes electricos, porque a falta de communicações póde tornar sensiveis e prejudiciaes em extremo quaesquer accidentes que sobrevenham ás diversas machinas que essencialmente entram na composição dos pharoes electricos.

A Inglaterra tambem expoz um pharol electrico no parque, sobre uma elevada torre de madeira. As correntes de inducção eram desenvolvidas por uma machina

magneto-electrica, construida por Holmes, analoga á franceza da companhia Alliança; havia porém uma differença a notar; na machina ingleza ha um commutador que endireita as correntes; ora isto não só altera a regularidade da luz electrica, mas sobretudo tem o inconveniente de produzir uma perda de electricidade pela serie de faiscas que se desenvolvem em cada interceptação das correntes, faiscas que, sendo energicas, são tambem causa de deterioração dos orgãos do mechanismo do commutador. Experiencias feitas em França, com machinas magneto-electricas com commutador e sem commutador, deram em favor d'estas ultimas um effeito util 45 por cento superior. O apparelho dioptrico é o de um pharol fixo. No pharol inglez havia, do mesmo modo que no francez, duas machinas magneto-electricas para se reunirem os seus effeitos, quando preciso fosse augmentar extraordinariamente a intensidade da luz, ou para se substituirem reciprocamente em caso de alguma experimentar algum accidente que a impedisse de funccionar.

As machinas electricas do pharol inglez recebiam movimento de uma machina de vapor do systema Allen, construida por Whitworth, de que fallaremos adiante. Havia duas machinas de vapor.

A machina de vapor que dava movimento de rotação á machina magneto-electrica dava tambem movimento a duas bombas que comprimiam o ar, o qual, quando havia adquirido sufficiente pressão, abria uma valvula e saía por uma especie de corneta colossal, produzindo sons fortissimos, que se ouviam muito ao longe, o que é vantajoso quando ha nevoeiros, sobretudo muito perto das costas. Este systema é denominado *telophonico*. O pharol electrico francez tambem tinha um apparelho telophonico.

Os pharoes achavam-se na classe LXV, segundo a classificação adoptada; comquanto só as duas grandes potencias occidentaes expozessem apparelhos de optica para pharoes, póde comtudo dizer-se que n'este ponto a

classe LXV se achava perfeitamente representada; quanto a sciencia e a industria do trabalho especial dos grandes apparelhos lenticulares tem produzido de melhor, a exposição o manifestava; a nossa admiração vacillava entre a sciencia, que calculou e riscou a fórma e dimensões dos grandiosos apparelhos de optica, e a industria, que fundiu peças gigantescas de vidro, nas quaes tornos verticaes de grandes dimensões pelas fricções repetidas com o grés e esmeril deram o ultimo remate artistico aos anneis, cuja fórma e dimensões tinham sido tão bem combinadas! As fabricas de S. Gobain, de Sautter e Lepaute realisaram na industria o que na sciencia o genio de Fresnel tinha concebido.

A França, alem dos apparelhos de optica ja citados, expoz tambem uma grande variedade de modelos das construcções dos principaes edificios dos pharoes do seu litoral, bem como barcos ou pharoes fluctuantes, boias e balisas, accessorios que combinados com os pharoes formam o systema de marcas para a navegação e segurança nas costas do imperio francez.

A Inglaterra, que durante muitos annos se achou atrás da França no que diz respeito á illuminação dos diversos pontos das suas costas e ilhas, tem recentemente feito immensos progressos a este respeito, como bem o attestava a exposição. A commissão dos pharoes do norte da Escocia tem trabalhado muitissimo para os resultados satisfactorios que hoje vemos. Ao mesmo tempo que os pharoes se multiplicam nas costas da Gran-Bretanha, a sua construcção aperfeiçoa-se. Desde 1863 que as suas officinas conseguem fazer grandes apparelhos lenticulares mais perfeitos, e nos quaes a luz é bem aproveitada e dirigida. Entre os seus abalisados constructores d'estes bellos e colossaes apparelhos de physica merece especial menção Stevenson. Em França os nomes de Lepaute e Sautter são conhecidos, já ha bastantes annos, como celebres n'este genero de construcção.

Em Portugal este ramo da administração publica, como muitos outros, por longos annos esteve entregue a um deploravel desleixo. Foi durante a gerencia do illustre poeta, Mendes Leal, nos negocios da marinha e ultramar que alguma attenção da parte dos poderes publicos mereceu a administração dos pharoes; foi n'aquella epocha que este serviço passou para o ministerio da marinha, continuando a ficar a cargo do ministerio das obras publicas o que é relativo á construcção dos edificios.

Poucos pharoes tem Portugal nas suas costas, e d'esses poucos são os dioptricos, e nenhum de 1.ª ordem. Uma reforma n'este serviço é indispensavel e urgente. A substituição dos antigos pharoes de reflexão nas costas por outros apparelhos lenticulares, e a multiplicação dos pontos a illuminar, tanto em Portugal como nas ilhas, é um objecto que deve ser tomado em consideração pelos poderes publicos; para isso os apparelhos opticos, o mais importante no estabelecimento de pharoes de costa, devem ser mandados construir em alguma das officinas dos habeis artistas que já nomeei, cuja grande reputação se acha estabelecida, e que têem construido os apparelhos para grande numero de pharoes do litoral de differentes paizes.

VII

ACUSTICA

A interessante sciencia dos sons, a acustica, não tinha na classe XII senão um unico representante; era na exposição franceza que se via uma vitrina, na qual Rudolph Kœnig exhibia uma collecção completa dos principaes apparelhos de acustica; era um museu completo de instrumentos e apparelhos para mostrar experimentalmente as leis dos phenomenos acusticos, e verificar os resultados das theorias mathematicas dos movimentos vibratorios.

Ha já muitos annos que o habil constructor allemão estabelecido em París se tem dedicado a esta especia-

lidade da physica. Causa porém admiração que não apparecessem expositores de objectos de acustica em Allemanha. Emquanto á França, o notavel constructor de que acabâmos de citar o nome tem concentrado em si esta especialidade, de modo que quasi se póde dizer que é elle o unico verdadeiro constructor de apparelhos de acustica.

Apparelhos para a analyse e synthese dos sons.—Rudoph Kœnig não só é um eminente artista, mas tem mesmo inventado varios apparelhos. É elle que tem realisado diversos apparelhos imaginados por Helmholtz; taes são os bellos instrumentos para a analyse e synthese dos sons, os quaes mostram do modo o mais frisante que a maior parte dos sons não é simples, mas sim composta de diversos outros sons, d'onde resulta a sua qualidade ou o seu diverso timbre.

O apparelho analytico contém dez resonadores metallicos, os quaes vibrando produzem dez harmonicos seguidos, a partir do *dó fundamental;* cada um d'estes resonadores communica por meio de um tubo de caoutchouc com uma cavidade ou capsula a que corresponde um bico de gaz; defronte d'estes bicos de gaz gira um espelho plano onde se reflectem as chammas. Quando se produz um som na vizinhança d'este apparelho, os resonadores que produzem alguma das notas de que se compõe o som que se faz ouvir e se quer analysar, entram espontaneamente em vibração, e as chammas correspondentes entrando tambem em vibração, as suas imagens no espelho decompõem-se, emquanto que aquellas que correspondem aos resonadores que não vibram apresentam um aspecto linear. Assim sabemos quaes as notas que compõem o som a analysar.

O apparelho synthetico compõe-se de diapasões dando diversas notas pelo seu movimento vibratorio; estes diapasões estão fixados verticalmente entre os ramos de electro-imans horisontaes, os quaes são activados por uma corrente electrica intermittente; as intermittencias

da corrente são determinadas por um diapasão interruptor. Todos os diapasões vibrantes são munidos de tubos reforçadores dos sons. Pela reunião apropriada de diversas notas se produzem artificialmente diversos sons compostos. O apparelho synthetico confirma assim os resultados do apparelho analytico. O apparelho para a composição dos diversos timbres permitte fazer experiencias curiosissimas; assim com elle se produzem os timbres das vogaes, os quaes se distinguem por uma particularidade notavel, a qual consiste em que a intensidade dos harmonicos que acompanham os sons das vogaes não depende do seu numero de ordem, mas sim da sua altura absoluta, de modo que a cada vogal corresponde uma nota fixa que sempre predomina na mistura de sons que a compõe, qualquer que seja o tom em que seja pronunciada ou cantada; esta nota fixa é a que corresponde á massa de ar contida na cavidade da bôca durante a emissão da respectiva vogal.

Alem d'estes apparelhos continha a exposição acustica um grande numero de outros, dos quaes citaremos uma nova sereia acustica de Seebeck para medir o numero de vibrações de que se compõem os diversos sons, e um *tonometro* de Scheibler para o mesmo fim, empregando o methodo das pulsações.

Sereia de Seebeck. — Consta este engenhoso instrumento de nove discos de latão, munidos de orificios especialmente dispostos para diversas experiencias, e que recebem movimento de rotação de um mechanismo de relojoaria contido em uma caixa, para abafar o barulho das engrenagens, e munido de um contador, com o qual communica e que serve para medir a velocidade de rotação.

Os quatro primeiros discos servem para ver o effeito que produz a falta ou perturbação no isochronismo das impulsões; o quinto serve para mostrar o effeito das impulsões vindas de diversos pontos, mostrando os sons que então resultam da convergencia das impulsões; o

sexto serve para as interferencias dos sons; mostra como sons e sons podem dar em resultado o silencio, quando as ondas sonoras comprimidas de um coincidirem com as ondas dilatadas do outro, sendo a intensidade a mesma para ambos; o setimo tem diversas escalas de notas, tendo oito series de orificios; o oitavo dá os harmonicos, tem oito series de orificios para produzir os sons, cujos numeros de vibrações estão entre si como a serie dos numeros naturaes; finalmente o nono disco serve para o estudo dos phenomenos das pulsações.

Um folle injecta ar em um deposito de fórma circular, o qual o póde distribuir á vontade por doze portavozes ou canaes, com uma intensidade maior ou menor que se póde regular por meio de chaves. Os ditos canaes distribuidores do ar podem ser collocados facilmente em qualquer posição defronte dos discos girantes. É claro que o numero de voltas de um qualquer dos discos multiplicado pelo respectivo numero de orificios dá o numero de vibrações correspondente ao som produzido.

Tonometro de Scheibler. — Compõe-se este instrumento de 67 diapasões dando 67 notas, cujos numeros de vibrações differem successivamente de oito em oito; cada diapasão está montado sobre uma caixa sonora que reforça o seu som, o qual se prolonga bastante tempo para que se possam contar as pulsações pelo menos durante um minuto ou minuto e meio. É pelo methodo das pulsações que se determina o numero de vibrações de uma nota qualquer por meio d'este instrumento. Como é sabido quando se produzem simultaneamente dois sons, não muito agudos, e cujos numeros de vibrações differem pouco, ouvem-se alternativas de augmento de intensidade nos sons; são estas pancadas mais fortes que se denominam *pulsações*.

Para usar do instrumento de Scheibler toma-se na serie tonometrica dois diapasões entre as notas dos quaes se comprehenda aquella cujo numero de vibra-

ções se pretende medir; depois conta-se o numero de pulsações que esta nota dá com cada um dos diapasões correspondentes, e acha-se immediatamente o numero de vibrações correspondente á nota dada.

É preciso ser dotado de uma paciencia allemã para combinar uma serie de diapasões como a que contém o apparelho de Scheibler.

Por meio do tonometro de Scheibler se póde construir uma serie qualquer de diapasões de *escalas temperadas* por uma nota tonica qualquer; porque uma vez calculados os numeros de vibrações das diversas notas, por meio do tonometro se observa quanto cada uma d'aquellas notas se afasta das dos diapasões do instrumento que lhes estão mais proximos, e portanto vê-se quantas pulsações ellas devem produzir com estes diapasões; não ha pois mais do que áfinar as notas até se conseguir que produzam o desejado numero de pulsações. É tambem este interessante instrumento muito apto para fazer indagações sobre a formação das escalas musicaes, sobre a tolerancia do ouvido na apreciação de certos sons e de suas relações, etc.

Debaixo do ponto de vista scientifico é o tonometro de Scheibler um instrumento extremamente notavel.

Instrumentos acusticos diversos. — Devemos ainda mencionar na serie dos magnificos apparelhos de acustica expostos por Koenig diversos registadores graphicos das vibrações, os apparelhos para o estudo optico dos movimentos vibratorios, os apparelhos para o estudo dos sons por meio das chammas manometricas, e tantos outros que compunham a rica collecção da vitrina do habil e conhecido constructor.

A exposição do material das sciencias e do ensino apresentava na parte relativa á acustica uma circumstancia notavel e que talvez se não reproduzisse em nenhuma outra classe; era ser uma exposição completa representando perfeitamente o estado actual da sciencia dos sons, e o grau de adiantamento da industria dos

instrumentos de precisão n'esta parte, e não ser representada senão por um expositor.

VIII

CALORICO

Apparelhos fumivoros.—Na exposição universal de París de 1867, havia grande abundancia de apparelhos destinados a melhor utilisar a applicação do calorico para diversos misteres. É sabido que em um grande numero de apparelhos em que pela combustão se desenvolve calor, uma grande parte d'este é perdida, já porque é levada pelo movimento da tiragem da chaminé, já pela irradiação, já emfim pela incompleta combustão e desenvolvimento de fumo, o qual subindo e saíndo para fóra da chaminé vae lançar uma parte de combustivel fóra do recinto onde se desenvolve o calor.

Diversas tentativas têem sido feitas para queimar o fumo, nos apparelhos chamados *fumivoros*. Em geral os meios para conseguir este objecto são de duas especies: um consiste em injectar ar em abundancia para queimar todas as partes que são combustiveis, produzindo-se n'este caso uma tiragem muito activa; outro consiste em fazer passar o fumo sobre o combustivel incandescente onde elle se queima. De ambos os generos havia apparelhos na exposição.

Fumivoro Thierry.—Da primeira especie o que melhor realisava aquelle fim era o apparelho fumivoro de *Thierry*, especialmente applicavel ás fornalhas dos geradores de vapor. É este apparelho da maior simplicidade; apenas consta de um tubo guarnecido de orificios, o qual atravessa a parte anterior das fornalhas; o vapor é conduzido das caldeiras a este tubo e saíndo pelos orificios injecta-se sobre o combustivel; resulta d'aqui uma grande tiragem pela grande velocidade do vapor que arrasta o ar; mas alem d'isso a acção mechanica do va-

por sobre o combustivel remexe este, produzindo o que os francezes chamam *brassage;* resulta d'aqui o estabelecer-se um maior numero de pontos de contacto por todos os lados entre o ar e o combustivel, e portanto a combustão torna-se mais activa. Alem d'isso a decomposição da agua pelo carvão que se produz a esta alta temperatura concorre tambem para o maior desenvolvimento do calor, já fornecendo o oxygenio para alimentar a combustão, já fornecendo um novo alimento combustivel no gaz hydrogenio.

Fumivoro Chodzko.—Da segunda especie vimos uma boa disposição, que faz lembrar uma outra já indicada por Watt, em um apparelho fumivoro exposto por *Chodzko.* Consta este essencialmente de duas grelhas: a primeira em um pavimento superior, e á qual se segue depois outra mais baixa; sobre a primeira colloca-se o combustivel, por exemplo o carvão de pedra, e depois por meio de uma pá de longa haste remove-se o combustivel para a segunda grelha, e colloca-se novo combustivel na primeira. O fumo desenvolvido pelo combustivel que se acha sobre a grelha superior, sendo obrigado a passar pela segunda grelha, sobre a qual se acha o combustivel incandescente, queima-se ali. Esta acção é ainda facilitada pela fórma da abobada acima da segunda grelha, que fazendo grande saliencia para baixo, obriga o fumo a chegar mais ao contacto do combustivel incandescente e portanto a queimar-se.

Apparelhos fumivoros de Mousseron.—Uma das exposições mais interessantes n'este importante ramo de physica industrial era sem duvida a dos apparelhos calorificos de Mousseron; via-se ali uma grande variedade de fogões, caloriferos, chaminés, etc.

O mais notavel d'esta collecção de apparelhos de applicação do calorico aos usos domesticos era um fogão fumivoro de fórma elliptica na sua secção horisontal, terminando em fórma de sino superiormente, e tendo um duplo canal na parte posterior onde vem desembo-

car os productos da combustão. O tubo por onde sáem os productos da combustão vae desembocar em um tubo geral, que seu auctor denomina *unitario*, e cuja secção é igual á somma das secções de todos os tubos dos fogões que houver no mesmo edificio. Parece que este systema reune muitas vantagens, já em relação ao aproveitamento do calor produzido pela combustão, já em relação á hygiene, e economia na construcção.

Notámos ainda na exposição do mesmo constructor um calorifero por elle denominado *pyrometrico*, que se carrega pela parte superior, de modo que os productos gazosos da combustão marcham de cima para baixo, queimando-se na sua passagem através do combustivel incandescente; n'este apparelho a combustão é regular e a distribuição do calor é suave e uniforme.

São igualmente dignos de menção os fogões culinarios do mesmo auctor, pelas suas bem combinadas dimensões; uma dupla ventilação é realisada por meio do tubo unitario de que já fallámos, no qual desemboca o tubo do fogão por onde são expulsos os productos da combustão, e alem d'isso por um tubo especial que introduz ar fresco exterior pela parte superior da cozinha, em quantidade igual ao volume de ar quente que se escapa para fóra.

Fogões diversos.—Citaremos tambem entre os diversos apparelhos industriaes do calorico os seguintes:

O *fogão-siphão* de Laviron para chaminés de fogões de sala, o qual se compõe de duas partes: uma é o fogão propriamente, outra é um tubo com dois compartimentos, o qual se obriga a entrar no canudo da chaminé; segundo o auctor d'este systema, com este apparelho póde-se queimar toda a especie de combustivel sem produzir fumo nem mau cheiro e provócando uma viva combustão.

Os caloriferos de Fournet, consumindo pouco combustivel e com uma grande expansão de calor, que se póde regular á vontade, e podendo alimentar-se automaticamente.

Os fogões de cozinha de Bailly, bem construidos e economicos, e emfim varios outros apparelhos que seria longo enumerar. Mas todos estes fogões e caloriferos nos pareceram inferiores aos de Mousseron, e com effeito n'estes o calor era melhor aproveitado, inclusivamente as suas chaminés dos fogões abertos são de algum modo fumivoras, reunindo assim a vantagem de deixarem ver o fogo ás da economia e salubridade, aquecendo ao mesmo tempo como caloriferos, por isso que o ar frio e exterior entra em canaes que atravessam o fogo, nos quaes se aquece, e é lançado depois nas casas pelas respectivas bôcas de calor.

Lampadas de segurança.—Viam-se na exposição, e em secções pertencentes a diversas nações, varias lampadas de segurança da invenção do celebre physico inglez Davy, destinadas aos mineiros para se alumiarem no interior das minas. Citaremos como das mais bem construidas as de Dubrulle, de Lille. Estas lampadas tinham um forte poder illuminante, não consumindo comtudo mais de 80 grammas de combustivel, durando a sua luz quatorze horas. Apresentavam ao mesmo tempo certas garantias de segurança pelo bem disposto do seu volume interior e rede metallica que as revestia.

Compensador universal de Menon para relogios.—É sabido que as variações de temperatura fazendo variar as dimensões do pendulo regulador dos relogios, bem como as do volante regulador dos chronometros, influem sobre a marcha d'estes instrumentos, fazendo-os adiantar as diminuições de temperatura, e pelo contrario retardando a sua marcha a elevação do grau de calor. Para compensar estes effeitos ha varios systemas, como são os compensadores de mercurio, e os compensadores formados de differentes metaes que são os mais usados.

Figurava porém na exposição de Dumoulin-Froment um novo systema compensador devido a Menon, muito engenhoso, do qual julgâmos dever dar uma noticia.

No novo compensador, que seu auctor denominou

universal, não ha senão um metal. Consta o systema compensador apenas de uma espiral feita do mesmo metal que o regulador. Quando se applica ao pendulo dos relogios deve ter o mesmo comprimento e o mesmo calibre que a haste do pendulo. A dita espiral fixa-se por uma extremidade á lentilha do pendulo e pela outra está ligada a um dos braços de uma alavanca, da qual o outro braço se liga á haste do pendulo. Quando a temperatura se eleva a haste do pendulo alonga-se e o seu comprimento augmenta, mas ao mesmo tempo a espiral dilata-se, actua sobre a alavanca e faz elevar a lentilha justamente da mesma quantidade que tinha baixado pelo alongamento da haste do pendulo. Um effeito contrario se produz quando a temperatura baixa de modo que o comprimento do pendulo mantem-se sempre o mesmo.

Para os chronometros a espiral do volante regulador liga-se por um extremo á espiral compensadora, de modo que quando a espiral do volante se dilata, a espiral compensadora, dilatando-se tambem, faz encurtar a primeira justamente da mesma quantidade de que se tinha dilatado, ficando pois constante a extensão da parte oscillante.

Apparelhos diversos.—Para o estudo dos diversos phenomenos relativos ao calorico, um habil constructor n'esta especialidade, Golaz, expoz uma variada collecção de apparelhos, entre os quaes merecem especial menção os que dizem respeito á determinação das forças elasticas dos vapores, bem como diversos calorimetros, manometros e thermometros.

IX

METEOROLOGIA

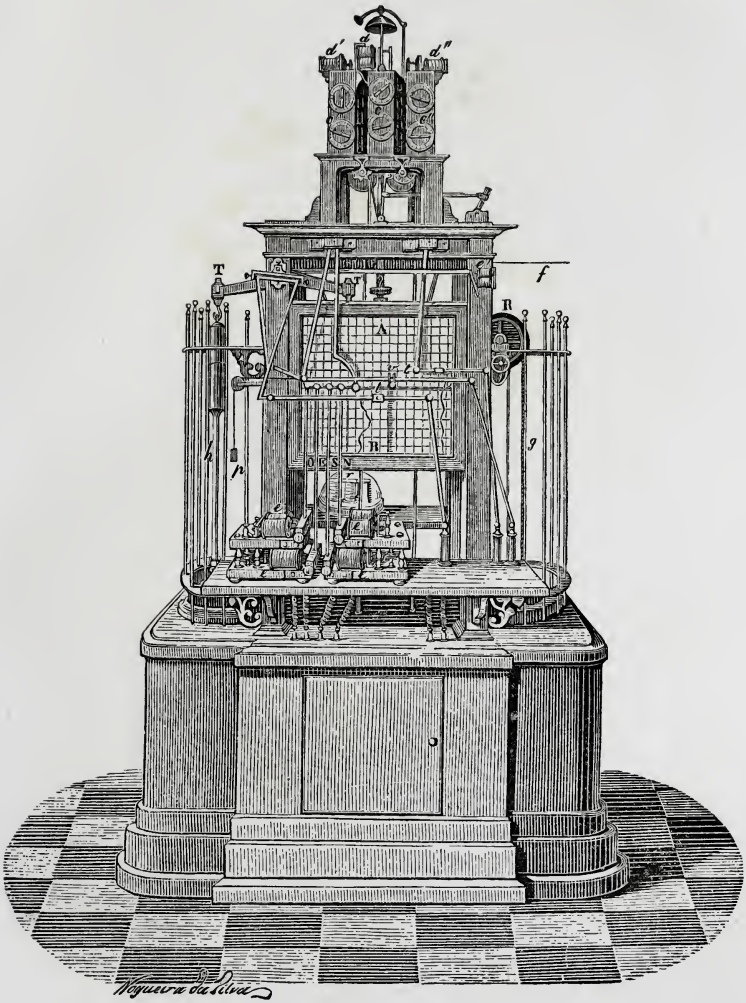
Ha alguns annos que a paciencia e o zêlo dos observadores se exerce com louvavel constancia sobre os phenomenos meteorologicos, e é bem justificada uma

tal perseverança, poisque nos progressos da sciencia meteorologica interessa a agricultura, a hygiene e a navegação. Mas para que das observações meteorologicas se possa concluir alguma cousa que indique as relações e as leis dos phenomenos que se passam na atmosphera, é preciso que sejam taes observações muito multiplicadas e feitas simultaneamente em differentes pontos da superficie da terra. Já alguns resultados extraordinarios se têem conseguido; certas indicações uteis e a tempo já têem previnido alguns desastres maritimos, avisando os portos de mar da proximidade dos temporaes.

Meteorographo romano. — Para que as observações sejam muito numerosas durante o dia e a noite, é da maior vantagem empregar instrumentos que registem elles mesmos a todo o instante as influencias atmosphericas. Diversos instrumentos meteorologicos registadores apresentava a exposição universal de París, mas sem duvida o mais notavel e que constituia um dos mais bellos especimens dos instrumentos scientificos da classe XII, o que emfim representava uma das maravilhas da exposição, era o meteorographo do illustre padre Secchi, director do observatorio romano.

O meteorographo do habil sabio romano registava graphiçamente e por meio da electricidade as diversas variações dos phenomenos meteorologicos; era na secção dos estados pontificios na galeria das artes liberaes, que o magnifico meteorographo electrico se achava exposto á admiração dos observadores.

O bello instrumento de que nos occupâmos tem um relogio na parte superior; este relogio dá movimento a dois grandes quadros collocados verticalmente, um *A B* na face anterior do apparelho, outro na face posterior que lhe é parallela; sobre cada um d'estes quadros está uma folha de papel dividida por linhas rectas horisontaes em que estão marcadas as horas e dias. É sobre estas folhas de papel que diversos lapis marcam as differentes indicações dos phenomenos meteorologicos. O movimento



Meteorogrpho electrico, do padre Secchi, de Roma

dos quadros é vertical e muito lento, um leva dois dias e meio a percorrer o seu curso todo, o outro leva dez dias. Em virtude da lentidão d'estes movimentos as curvas traçadas pelos lapis são muito pronunciadas e desenvolvidas, o que muito facilita a observação dos detalhes e das variações dos phenomenos atmosphericos.

Sobre o primeiro quadro, cujo curso é de dois dias e meio, registam-se as alturas dos thermometros secco e molhado, as do barometro e a hora da chuva. Sobre o segundo, cujo curso é de dez dias, regista-se a direcção e velocidade do vento, a hora da chuva, a pressão atmospherica e a temperatura ao sol.

Para registar a direcção do vento ha um catavento que se acha fóra do edificio; segundo o rumo d'onde sopra o vento assim fecha o circuito de algum dos quatro electro-imans *e* attrahindo a respectiva armadura, a qual por meio de alavancas e parallelogrammo articulado move um lapis que risca sobre o papel e indica a direcção do vento; ha quatro lapis correspondentes aos rumos de vento N. S. E. O.; os outros rumos de vento são indicados pelos lapis d'aquelles entre os quaes se comprehendem. Para estes effeitos a pilha que emprega o padre Secchi para activar os electro-imans, é uma pilha de sulphato de cobre, na qual o vaso poroso é substituido por areia, e que apresenta grande constancia e duração.

Para indicar a velocidade do vento ha fóra do edificio, ao ar livre, um molinete de quatro hemispherios de Robinson que anda tanto mais depressa quanto maior é a velocidade do vento, sendo a velocidade do molinete proximamente um terço da do vento. O molinete tem tres contadores postos em movimento pela corrente electrica, que passa respectivamente em tres electro-imans *d d' d''*, cujo circuito é interrompido por um excentrico montado no eixo do molinete. A corrente passa sempre no contador central *c*, qualquer que seja o rumo do

vento, e em cada volta do molinete a roda de escapo do contador avança de um dente pela acção da electricidade; este contador marca pois o numero de voltas do molinete; um quadrante indica dezenas de metros, o outro quadrante indica kilometros da velocidade do vento.

A terceira roda do contador central tem uma roldana que por meio de um dente se liga a uma roda fixa sobre o mesmo eixo; sobre esta roldana passa uma cadeia que corre sobre diversos gornes e faz mover o parallelogrammo em que está montado um lapis *v* que risca sobre a folha de papel do quadro do instrumento, cujo curso é de dez dias; a linha traçada pelo lapis é tanto maior quanto maior for o comprimento desenrolado da cadeia, isto é, quanto mais andar a roda, e portanto quanto maior for a velocidade do vento.

No fim de cada hora um excentrico fixo no eixo principal do mechanismo do relogio que bate as horas, desengata a roldana do contador; immediatamente fica livre a acção de um contrapeso *p* que está ligado ao parallelogrammo do lapis e que faz voltar este ao ponto de partida.

O contador central recebe movimento de um peso. Os outros dois contadores c′ c″ recebem movimento da oscillação da armadura; estes dois contadores servem para observações especiaes de certos ventos.

O barometro que indica a pressão atmospherica é um *barometro de balança* de braços iguaes; a um d'estes braços está suspenso um tubo *h* de ferro forjado sem soldadura alguma, torneado por dentro e por fóra, o qual fluctua livremente em mercurio sobre um cylindro de ferro; este tubo tem 2 centimetros de diametro; a sua camara barometrica tem 6 centimetros ds diametro; ao outro braço da balança está suspenso um contrapeso que mantem o equilibrio. Realisam-se assim as condições hydrostaticas que permittem equilibrar a pressão atmospherica; para a pressão media o travessão da balança está horisontal; as variações da pressão atmosphe-

rica fazendo variar o nivel do mercurio no tubo, fazem variar o peso d'este corpo fluctuante, e portanto fazem subir ou descer o tubo; as oscillações do travessão *TT'* que acompanham pois as variações da pressão atmospherica são transmittidas a dois parallelogrammos articulados que sustêem os estyletes com os lapis *l* que sobre o papel traçam as curvas barometricas nos dois quadros graphicos; cada millimetro de pressão é representado no papel por 3 millimetros.

Para as indicações psychrometricas, o relogio no fim de cada quarto de hora, por meio de um excentrico montado no eixo de uma roda que faz uma volta n'este tempo, faz mover uma alavanca triangular, a qual por meio de um fio de aço *f* e roldanas faz mover um quadro vertical collocado em uma parede perto do meteorographo; aquelle quadro tem dois fios de platina, os quaes entram respectivamente nos thermometros secco e molhado do psychrometro. O thermometro secco dá a temperatura do ar, o outro cujo reservatorio está envolvido em cassa molhada dá a humidade do ar. O movimento do quadro dos fios de platina é solidario com o de um carro, o qual tem uma especie de telegrapho de Morse e que corre sobre carris. Esta parte do mechanismo ficando na face opposta ao quadro *AB* não é visivel na figura.

No momento em que um dos fios toca no mercurio de um dos thermometros, por exemplo, no secco, fecha-se o circuito no electro-iman do carro, a armadura attrahida faz mover um lapis que marca o principio de uma linha escura representando a altura thermometrica; o carro continua a andar até que o outro fio de platina toca no mercurio do thermometro molhado, fecha-se então o circuito no electro-iman de um relais *r* collocado por baixo do carro, o qual interrompe o circuito do electro-iman do carro, e o lapis deixa de escrever. O carro voltando para trás produz-se um phenomeno inverso. Obtêem-se assim as duas curvas thermometricas dos thermometros secco e molhado. A comparação d'es-

tas curvas dá, como é sabido, o estado hygrometrico da atmosphera.

Para as indicações da chuva ha um pluviometro, o qual tem um reservatorio de 19 centimetros de diametro; este reservatorio recebe por meio de um tubo a agua da chuva que cáe fóra, por cima do telhado, em um funil de 28 centimetros de diametro; a agua vae-se accumulando no reservatorio até adquirir um certo peso que por meio de uma alavanca faz subir um fluctuador ao longo de uma régua graduada *g*, elevando uma cadeia que passa em uma roldana que tem um disco de papel; o que a cadeia sobe é proporcional á quantidade de agua que chove, e portanto tambem proporcional ao que gira a roldana; ao longo do raio d'esta roldana move-se um lapis muito lentamente (5 millimetros por dia); este lapis marca sobre o disco do papel da roda a altura da agua que choveu; cada millimetro de altura de chuva é aqui representado por 4 millimetros.

Para indicar a hora da chuva, ha um electro-iman *é*, cujo circuito se fecha quando o peso do pluviometro desce; o electro-iman magnetisado attrahe uma armadura que faz mover um lapis *s*, o qual marca um traço no quadro graphico sobre a hora correspondente. O circuito é fechado por meio de uma pequena roda de copos collocada por baixo de uma goteira ou calha por onde vem a agua.

Para indicar as temperaturas ha um fio de cobre de 16 metros de comprimento estendido sobre uma viga de madeira de 8 metros; as dilatações e contracções do metal actuam sobre uma alavanca e fazem traçar a um lapis *t* as curvas thermometricas.

Tal é a disposição geral do meteorographo electrico de Secchi, magnifico instrumento que constitue só por si uma especie de observatorio. As diversas partes d'este instrumento são muito bem combinadas e a sua execução é perfeita; foi construido este instrumento em parte por Destouche, e em parte por Bravart. Comquanto seja

bastante complicado, o meteorographo de Secchi já tem por si a sancção da experiencia; poisque um instrumento similhante tem funccionado já durante sete annos no observatorio romano. Figuravam tambem na exposição alguns quadros graphicos que mostravam os resultados de observações meteorologicas feitas em Roma com o dito instrumento.

A justiça pede que se diga que o bello apparelho exposto na secção dos estados pontificaes, não é o primeiro que apparece n'este genero. Em 1843 Wheatstone, em Inglaterra, apresentou um registador meteorologico que de cinco em cinco minutos marcava a qualquer distancia as indicações do barometro, thermometro e psychrometro, e posteriormente Du-Moncel imaginou o seu aenmographo electrico. Entretanto o meteorographo de Secchi, até hoje, é o mais completo e o mais bem disposto dos apparelhos registadores dos phenomenos meteorologicos.

Meteorographo suisso. — Na parte meteorologica da exposição, o grande apparelho do illustre jesuita director do observatario romano ecclipsava tudo. Entretanto julgâmos dever mencionar como de bastante interesse um meteorographo do observatorio de Berne, exposto na secção suissa, e construido nas officinas telegraphicas de Hasler e Escher, segundo os desenhos de Wild.

No meteorographo suisso as observações são registadas graphicamente pelo methodo de Hipp, sobre uma folha de papel de 60 centimetros de largura e 120 metros de comprimento que serve para todo o anno, e do qual se corta todos os mezes a parte escripta. Esta folha de papel passa entre dois cylindros; cada dez minutos um motor electro-magnetico activado pela corrente da pilha faz passar uma divisão do papel e impelle as pontas moveis dos diversos instrumentos meteorologicos de encontro a elle. Cada uma das agulhas moveis oscilla em um quadro munido de uma ponta fixa, que traça uma linha correspondente á media do elemento meteorologico que regista o respectivo instrumento.

A velocidade do vento é dada por um molinete de Robinson; o cursor que risca no papel marca traços em que 1 centimetro corresponde a 725 metros andados pelo vento. A direcção do vento é dada por uma ventoinha que move um cylindro guarnecido de oito cavilhas, cada uma das quaes apoiando-se sobre uma mola fecha um circuito electrico que faz escrever o respectivo lapis sobre o papel. Para registar a pressão atmospherica no meteorographo de Berne emprega-se o barometro de balança. O hygrometro é o de cabello de Saussure; este instrumento depois de estar por assim dizer desprezado por longo tempo, começa agora de nóvo a entrar no favor dos meteorologistas. As indicações thermometricas são dadas por um thermographo metallico composto de uma espiral de aço e latão. Um thermographo está exposto ao sol e á irradiação nocturna, o outro instrumento igual acha-se abrigado; a comparação das indicações dos dois instrumentos mostra o estado approximado do céu.

O instrumento meteorologico de que acabâmos de fallar, achava-se installado em más condições na grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio do campo de Marte, e não nos consta que funccionasse até á epocha em que nos foi dado observa-lo.

X

PNEUMATICA

Machinas pneumaticas.—Poucas innovações apresentava a exposição sobre a parte da physica relativa a machinas pneumaticas. Continua sendo ainda mui difficil o obter uma machina que extráhia o ar ou qualquer outro gaz de um recipiente com facilidade e perfeição. Havia na galeria das artes liberaes diversos specimens de machinas pneumaticas segundo o antigo systema, sobretudo nas exposições franceza e prussiana. A casa

Deleuil continua sendo ainda uma das mais notaveis na construcção d'este genero de apparelhos.

É sabido que nas machinas pneumaticas ordinarias diversos aperfeiçoamentos têem sido introduzidos pelo habil artista Deleuil; tal é, por exemplo, a suppressão das valvulas dos pistões e a sua substituição por outras na base dos corpos de bomba. Todos os que têem tido occasião de lidar com machinas pneumaticas, têem observado que as valvulas dos pistões se desarranjam com muita facilidade, e que para remediar esse defeito é preciso desarmar a machina. Pelo contrario, estando collocadas na parte inferior as valvulas por onde é expulso o ar, observam-se com mais facilidade, sem ser necessario desmontar o machinismo, e as reparações são portanto mais faceis.

Um dos graves inconvenientes que apresentam as machinas pneumaticas é a necessidade de empregar um inducto, cebo, azeite, etc., para vedar os intervallos entre os pistões e as paredes das bombas, sendo preciso que andem justos, o que exige que estejam apertados de encontro ás paredes dos cylindros; resulta d'aqui tornarem-se muitas vezes os movimentos difficeis e o jogo pesado. Alem d'isso aquellas materias gordas decompõem-se, alteram-se, os cylindros e pistões sujam-se, as valvulas pegam, produz-se emfim uma serie de contrariedades que dão em resultado o funccionar mal a machina, sobretudo depois de ter descansado muito tempo.

Machinas pneumaticas com vedamento aeriforme. — Para de algum modo remediar taes inconvenientes imaginou Deleuil uma machina pneumatica fundada em outro principio, o qual consiste na adherencia grande do ar e na difficuldade que elle tem em mover-se em canaes capillares.

Na machina pneumatica de Deleuil o pistão é metallico e muito comprido, tendo na sua circumferencia umas ranhuras longitudinaes e parallelas ao eixo dos cylindros. O ar que fica n'estes canaes entre os pistões e as

paredes dos cylindros é que constitue o inducto que faz o vedamento. Nos exemplares de diversas dimensões que figuravam na exposição a perfeição do ajustamento era tal que o intervallo comprehendido entre o pistão e a bomba não excedia $^1/_{50}$ de millimetro. Postoque o vacuo não possa com estas machinas ser levado tanto adiante como com as outras, comtudo serve para a maior parte das experiencias; assim é sufficiente para as necessidades da chimica e para todas as experiencias da physica, excepto as que dizem respeito aos phenomenos electricos.

Têem as machinas de Deleuil a vantagem de se moverem facilmente e de se não deteriorarem tão promptamente como as machinas pneumaticas ordinarias.

A adherencia da camada do ar entre os pistões e os cylindros das bombas é tal que, estabelecendo uma communicação entre a atmosphera e aquelle espaço comprehendido entre os pistões e corpos de bomba, por meio de dois orificios perpendiculares que tem o pistão e outro que vem desembocar na bielle, e fazendo communicar este ultimo orificio com um manometro de mercurio por meio de um tubo de caoutchouc, observa-se que este manometro e o do recipiente da machina marcham de accordo, estando porém aquelle 7 ou 8 centimetros acima d'este. Se depois se faz parar a machina, vê-se que os dois manometros conservam sempre approximadamente aquella differença, o que mostra que qualquer que seja a grande rarefacção do vacuo, a camada de ar entre os pistões e cylindros está de tal modo agarrada que é preciso muito tempo para se restabelecer o equilibrio.

A difficuldade do movimento do ar em canaes muito estreitos é pois a causa d'esta especie de paradoxo, que consiste em ter uma machina pneumatica na qual o ar é que faz o vedamento entre os pistões e os cylindros.

Para que a machina pneumatica de Deleuil funccione bem, é preciso que os taes canaes capillares onde adhere o ar sejam longos; por isso o pistão tem de comprimento

duas ou tres vezes o diametro; entretanto, se na experiencia acima descripta se tira o tubo de caoutchouc, e se deixa estabelecida a communicação directa entre o pistão e o cylindro, o que equivale quasi a diminuir de metade o comprimento do pistão, ainda se obtem um vacuo de 3 millimetros.

Machinas pneumaticas com mercurio.—Na secção austriaca um habil constructor de instrumentos de precisão, Kravogl, de Inspruck no Tyrol, expoz uma machina pneumatica na qual o pistão anda sempre envolvido em mercurio, e é manobrado por meio de um mechanismo de rotação. O seu auctor destinava-a especialmente para a analyse espectral dos gazes rarefeitos através dos quaes se faz a descarga electrica.

Na exposição franceza tambem vimos uma enorme machina pneumatica com mercurio, construida por Thenard, mas cujos resultados parece não terem correspondido aos desejos do seu auctor.

Posta pneumatica prussiana.—Viam-se na secção prussiana da exposição universal de París uns desenhos representando o systema adoptado em Berlin para a transmissão pneumatica dos despachos ou cartas, expostos por Siemens e Halske.

O systema de transmittir as cartas por meio da differença de pressões do ar está em uso na grande capital do reino britannico, ha já alguns annos. Com effeito desde o anno de 1858 que em Londres funcciona a posta pneumatica. No systema ali adoptado a estação central communica com as principaes succursaes da cidade por meio de tubos de chumbo subterraneos envolvidos em ferro fundido, tendo $0^{m},05$ de diametro. As cartas e mais correspondencia são mettidas em cylindros de couro que ajustam com fricção dentro dos tubos. Uma machina pneumatica movida a vapor faz o vacuo em um grande reservatorio apenas a meia atmosphera. Este reservatorio communica com os tubos por meio de pequenos tubos de chumbo com torneira.

Quando de uma estação se quer enviar para outra um cylindro com os despachos, mette-se este no tubo e avisa-se pelo telegrapho electrico o respectivo empregado da estação destinataria; o empregado avisado abre a torneira que estabelece a communicação do tubo d'essa estação com o reservatorio do vacuo, o ar adiante do cylindro rarefaz-se, e a pressão atmospherica actuando do lado opposto faz caminhar o dito cylindro até á estação destinataria.

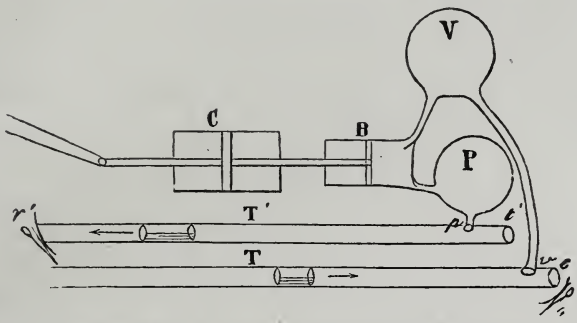
Posteriormente o systema pneumatico foi tambem applicado ao transporte de viajantes no caminho de ferro subterraneo da grande metropole britannica.

Em París começou-se tambem a ensaiar ha pouco tempo o systema pneumatico para o transporte dos despachos. As experiencias têem sido feitas entre o Grand Hotel e a Bolsa e o ministerio do interior; as cartas são mettidas em caixas metallicas cylindricas, que correm no interior de tubos subterraneos pela acção da diminuição de pressão do ar do lado para onde se pretende dirigir a correspondencia ou augmento de pressão do lado opposto. É por meio da agua que o ar é comprimido no systema ensaiado em París.

Eis em resumo o systema adoptado em Berlin. Uma machina de vapor de cylindro *C* fixo e horisontal dá movimento a uma bomba *B*, cujo cylindro se acha disposto horisontalmente e no prolongamento do cylindro de vapor. O pistão d'este cylindro tem duas hastes, uma que sáe pela face anterior e que dá movimento a um volante que regularisa o movimento, e outra que sáe pela face posterior e se prolonga servindo tambem de haste á bomba que deve fazer o vacuo. É esta bomba de duplo effeito; aspira o ar e faz o vacuo em um reservatorio *V* e lança-o em outro *P*, onde fica pois um deposito de ar comprimido; cada um dos reservatorios communica com um tubo *T*, *T'* que vae da estação central ao logar para onde se quer enviar a correspondencia; esta é introduzida em uns cylindros de ferro com pe-

quenos rolos que podem facilmente escorregar por dentro dos tubos de communicação.

Para enviar a correspondencia da estação central introduz-se dentro do cylindro de ferro e fecha-se; abre-se depois uma torneira exterior *t'* do tubo de communicação, introduz-se dentro o dito cylindro e fecha-se a torneira exterior; em seguida abre-se a torneira *p* de communicação do reservatorio de ar comprimido para o tubo de transmissão *T;* immediatamente a pressão do ar



Disposição geral do systema de posta pneumatica de Berlin, segundo os desenhos expostos por Siemens e Halske

comprimido sendo superior á pressão atmospherica impelle o cylindro da correspondencia até á estação destinataria, onde cáe em um recipiente *r'* de mola ahi disposto convenientemente para esse fim.

Para receber a correspondencia na estação central, quando a estação que transmitte tem previamente avisado que vae envia-la, e quando por consequencia tem introduzido o cylindro dos despachos no tubo *T* que communica com o reservatorio do vacuo, não ha mais do que abrir na estação central a torneira *v* de communicação do reservatorio do ar rarefeito para o respectivo tubo de communicação ou transmissão, tendo previamente fechado a torneira exterior *c;* a pressão atmospherica sendo superior do lado da estação transmissora impelle o cylindro da correspondencia até á estação, central onde cáe em um recipiente *r* proprio para esse fim.

Como os movimentos são rapidos, os reservatorios de ar rarefeito e comprimido podem conter armazenada por muito tempo a força necessaria para a transmissão da correspondencia.

Figuravam na exposição, alem dos desenhos já referidos, um dos cylindros de ferro onde se introduz a correspondencia, bem como um fragmento do tubo de transmissão.

XI

AEREOSTATICA

N'estes ultimos annos têem as viagens aereostaticas adquirido mais importancia; é sobretudo em Inglaterra que se têem realisado varias ascensões em balões, com o fim de fazer observações scientificas a diversas alturas na atmosphera. Um distincto physico e astronomo inglez, Glaisher, tem emprehendido com effeito uma serie de ascensões aereostaticas com um fim scientifico; algumas das viagens do intrepido observador inglez têem sido excessivamente perigosas, correndo os aereonautas grande risco de vida. Em um discurso feito em 31 de março de 1865 no real instituto de Londres, pintou Glaisher a morte do viajante aereonauta, que imprudentemente ou por fatalidade se eleva na atmosphera a uma altura muito grande para a sua constituição physica, como uma morte sem dores e placida, similhante á que acommette o viajante das montanhas que tolhido pelo frio e insensivel a todos os soffrimentos se entrega á lethargia do somno para nunca mais acordar.

Durante a exposição resolveu a sociedade meteorologica e aereostatica de França, levar a effeito algumas ascensões aereostaticas, com o fim de fazer diversas observações meteorologicas nas diversas camadas atmosphericas. Com este proposito se constituiu uma commissão composta de varios membros do observatorio e do collegio de França.

As principaes experiencias a fazer em balão são as seguintes: 1.ª, determinar a diminuição de temperatura com a maior altura na atmosphera e comparar esses resultados com o que se observa quando se sobe ás montanhas; 2.ª, determinar a irradiação solar por meio de diversos instrumentos, comparando os seus resultados segundo se fazem as observações com o actinometro ou com os thermometros; 3.ª, observar o espectro solar; 4.ª, determinar o estado hygrometrico acima e abaixo das nuvens; 5.ª, comparar os diversos instrumentos que servem para a apreciação do mesmo objecto, por exemplo, comparar os barometros de mercurio com os metallicos e aneroides, os thermometros de diversas especies, etc.; 6.ª, observar a propagação dos sons; 7.ª, determinar a intensidade do magnetismo terrestre; 8.ª, analysar o ar, a quantidade de ozone, etc. Tudo isto é indicado por Glaisher.

Uma cousa notavel observada por Glaisher nas suas ascensões aereostaticas é que o estado do céu, puro ou ennevoado, influe consideravelmente sobre a diminuição de temperatura com a elevação na atmosphera; assim quando o céu estava ennevoado achou como media de muitas observações que para uma altura de 300 metros a temperatura diminuia de 1° por cada 60 metros de elevação, e para uma altura de 3000 metros a diminuição de temperatura era de 1° por cada 135 metros de elevação, emquanto que nas occasiões em que o céu estava puro as experiencias mostraram ser maior a diminuição de temperatura; aquelles numeros 60 e 135 eram respectivamente substituidos por 48 e 125.

As ascensões aereostaticas feitas com um fim scientifico em França durante a exposição, realisaram-se umas com o grande balão de Nadar, *Le Géant,* outras com o balão *imperial* á custa do governo.

Le Géant é o maior de todos os balões até hoje construidos, a sua capacidade é de 6098 metros cubicos. Compõe-se de dois involucros sobrepostos de tafetá

branco formado por 118 fachas de 70 metros de comprimento e $0^{m},60$ de largura; é revestido de 7000 metros de seda. Cheio de gaz de illuminação tem o grande balão uma força ascensional de 4900 kilogrammas. A altura d'este balão não é inferior a 45 metros.

A *nacelle* ou cesto do grande balão tem dois andares, *rez-de-chaussée* e plataforma; tem 4 metros de altura e 2 metros de diametro; pesa 1200 kilogrammas e tem quatro rodas. No andar inferior tem uma camara para o commandante que dirige o balão, e beliches para os viajantes. Tem alem d'isso dois compartimentos para bagagens, provisões, photographias, etc. Nas suas excursões aereostaticas o grande balão partiu da esplanada dos invalidos em París.

O balão imperial em que C. Flammarion fez diversas viagens scientificas era muito mais pequeno; media este aerostato apenas 800 metros cubicos de capacidade. Nas suas excursões partia geralmente do hypodromo em París; o illustre observador fez a maior parte das suas viagens aereas em companhia de Godard.

Emquanto que as viagens do grande balão *Le Géant* foram quasi sempre infelizes, as excursões do pequeno aerostato imperial foram pelo contrario coroadas com muito bom exito. As mais extensas viagens foram, uma de París a Solingen perto de Colonia sobre o Rheno, 500 kilometros de distancia percorridos em dezenove horas, outra de París ao castello de La Rochefoucauld, perto de Angouléme, 480 kilometros de distancia percorridos em onze horas e meia.

As experiencias feitas durante as excursões aereas de Flammarion confirmam os resultados já achados em Inglaterra por Glaisher, de que a humidade diminue com o acrescimo da altura na atmosphera e de que a transmissão vertical dos sons é extremamente facilitada pela grande humidade do ar. Entretanto parece que a lei da diminuição da humidade debaixo para cima na atmosphera não é geral; já Welsh tinha observado que em

certas occasiões o ar a grandes alturas se acha mais proximo do ponto de saturação.

Todos sabem quantas tentativas infructuosas têem sido feitas para conseguir dirigir os balões aereostaticos; muitos projectos de navegação têem sido feitos; todos porém têem tido um infeliz exito. Postoque haja certas analogias entre a navegação aerea e a maritima, e postoque o principio de Archimedes se verifique tanto nos liquidos como nos gazes, comtudo as difficuldades são de uma ordem muito superior para a navegação aerea. Com effeito sendo a resistencia dos fluidos ao movimento dependente da secção do corpo, em um plano perpendicular á direcção do movimento, e da sua velocidade, é claro que sendo os aerostatos forçosamente de grandes dimensões têem uma grande secção, e portanto o ar offerece-lhes uma grande resistencia ao movimento; por outro lado a velocidade que qualquer motor lhes póde imprimir, como a densidade do ar é fraca, é sempre muito pequena comparada com a velocidade do vento, alem d'isso a fórma de balões é muito impropria para corpos que devem mover-se em fluidos.

Não insistiriamos sobre este assumpto se recentemente não tivesse sido apresentado á academia das sciencias de París um projecto de navegação aerea de mr. Louvrié; a academia nomeou o celebre Babinet para examinar o dito projecto e sobre elle fazer um relatorio, caso o merecesse. O illustre membro da academia das sciencias de París, não só achou que o dito projecto merecia que sobre elle se fizesse um relatorio, mas até foi de parecer que devia ser tomado em consideração. A academia, porém, parece não se ter fiado demasiadamente no parecer do seu relator, pois elegeu uma nova commissão para dar a sua opinião sobre o dito relatorio.

Eis em resumo em que consiste o systema de navegação aerea de Louvrié. O aerostato tem um motor, o qual se compõe de um cylindro ôco que recebe simultaneamente ar e vapor inflammavel (benzina, petroleo,

etc.); este cylindro é aberto em uma extremidade e tapado na outra; esta especie de tubo recebe a dita mistura inflammavel por meio de uma bomba collocada na *nacelle;* uma faisca electrica provoca com intermittencia a explosão dentro do tubo, d'onde resulta, como nos foguetes, um movimento de recúo; como se vê, não ha continuidade na acção do motor; as explosões succedem-se com intervallos de meio segundo.

O motor de que acabámos de dar uma idéa, puxa horisontalmente um plano inclinado apresentando uma sufficiente superficie, o qual faz com o horisonte um angulo muito agudo; resulta pois da acção do ar sobre esta superficie uma componente vertical que tende a contrabalançar a acção da gravidade e uma componente horisontal que mede o esforço da tracção, esforço tanto menor quanto menor é o angulo com o horisonte, porque menor é a pressão do ar sobre a superficie. Tanto a velocidade como a inclinação do plano póde sér variada á vontade, para fazer subir ou descer o aerostato e tocar na superficie do solo tangencialmente para diminuir os effeitos do choque.

O auctor no seu projecto apresentou as respectivas formulas e calculos, e os resultados das suas experiencias sobre a resistencia do ar, a estabilidade e força da sua machina, etc. Um pequeno apparelho construido pelo auctor, tendo o plano inclinado 10 metros de lado com dois geradores conicos de 3 metros de comprimento e $0^m,28$ de diametro, com uma *nacelle* de 7 metros de comprimento e $0^m,5$ de largura, funccionou satisfactoriamente perante uma commissão especial de engenheiros.

XII

PESOS — MEDIDAS — NIVELAMENTOS

Balanças de precisão. — A industria das balanças de precisão achava-se amplamente representada na exposição universal de París. Havia com effeito uma extra-

ordinaria profusão de balanças em diversas nações; as mais notaveis achavam-se nas vitrinas das secções franceza, prussiana e austriaca; os expositores que tinham construido os melhores specimens d'este artigo da industria dos instrumentos de precisão são todos assás conhecidos pela perfeição e exactidão dos seus instrumentos.

Entre as muitas balanças recommendaveis que figuravam na exposição, citaremos as de Deleuil, Besson, Hempel, Hardy, de París, Rohrbeck, Horn, de Berlin, e Kusche, de Vienna de Austria.

Vimos na exposição dos instrumentos de Deleuil uma grande balança pesando cinco kilogrammas e sensivel a meio milligramma; e um modelo de balança disposto para a verificação dos pesos e medidas, indicando electricamente se os pesos estão nos limites da tolerancia legal; quando o peso não chega ao valor prescripto pela lei, um dos pratos da balança abaixa-se, e encostando a um apoio metallico, fecha o circuito de uma corrente electrica que passa em uma campainha que começa a tocar, e indica a fraude nos padrões dos pesos que se pretendia verificar.

Na vitrina de Besson figurava tambem uma bella balança de precisão, na qual o travessão e pratos se podem elevar simultaneamente, de modo que isolam os *pivôts* ou fulcros das chumaceiras no estado de repouso.

Na collecção notavel de instrumentos de precisão expostos por Hardy, figurava tambem uma balança de analyse de muita precisão, na qual se notava um modo de suspensão simples e seguro; alem d'isso havia n'este instrumento a particularidade de ter um terceiro prato mais pequeno collocado na decima parte do comprimento de um dos braços do travessão; um peso de um decimo de milligramma collocado n'este prato corresponde á differença de um centesimo de milligramma no peso do corpo a pesar. A balança é sensivel a um centesimo de milligramma com o peso de cem gram-

mas nos pratos. Para ver as mais pequenas oscillações da balança olha-se por um microscopio que através da vitrina do instrumento se dirige sobre a agulha ou fiel directamente. A balança estava construida com um esmero excepcional.

Na secção portugueza um habil artista nosso compatriota, Torres, expoz uma balança destinada a verificar automaticamente o peso legal das moedas. Este modelo, similhante áquelles que se usam nos estabelecimentos em que se cunha moeda, e dos quaes existe um na casa da moeda, em Lisboa, apresenta um aperfeiçoamento importante. É sabido que n'estas balanças ha tres canaes; as peças de moeda, que são introduzidas em um tubo ou reservatorio especial situado sobre um systema adequado de alavancas, produzem sobre estas um desvio angular maior ou menor, segundo o seu peso, e cáem em algum dos tres canaes; quando têem o peso legal cáem no do centro, se têem peso de mais cáem em um dos canaes extremos, se têem peso de menos cáem no outro. Na balança existente na casa da moeda de Lisboa, só se póde verificar o peso das moedas de oiro. O instrumento construido pelo sr. Torres póde pesar automaticamente todas as moedas portuguezas de oiro e prata. As balanças automaticas verificadoras dos pesos das moedas recebem movimento de um motor qualquer; o sr. Torres expoz tambem um pequeno modelo de machina de vapor com a respectiva caldeira, o qual póde dar movimento á dita balança.

Instrumentos de medidas de precisão. — Figuravam na exposição diversos instrumentos de medir grandezas com a maior precisão; machinas de graduar rectas e circulos, machinas de abrir dentes em rodas, cathetometros, comparadores, espherometros, etc. É sabido com que perfeição se construem hoje estes instrumentos. Um dos artistas que mais se tem distinguido n'esta especialidade da construcção de instrumentos de precisão, é Perreaux. Seria longo descrever aqui os seus

bellos instrumentos de medidas de precisão, hoje já muito conhecidos, e que permittem levar a divisão mechanica a grandezas microscopicas. Citaremos apenas aqui, entre os diversos apparelhos expostos por este habil constructor, e que figuravam na secção franceza da classe XII, o seu bello comparador, que permitte construir e verificar toda a especie de medidas de traços ou de extremos, e de comparar todas as medidas dos diversos systemas com as medidas metricas referidas ao metro padrão.

O comparador de Perreaux tem duas alavancas articuladas que são applicadas de encontro ás extremidades da peça a medir por meio da acção de molas de igual força. Uma das alavancas está fixada no plano do apparelho; a outra está ligada a um carro e póde facilmente deslocar-se. Dois microscopios que correspondem aos extremos dos arcos graduados descriptos pelas alavancas permittem observar, pela relação conhecida entre os deslocamentos dos braços das alavancas, as differenças existentes entre duas grandezas quaesquer que se comparam, e que successivamente se collocam entre as duas alavancas.

Para verificar ou comparar a um typo padrão uma extensão qualquer em todo o seu comprimento, o carro tem dois microscopios que se podem afastar tanto no sentido longitudinal como no sentido transversal, e que se collocam assim sobre qualquer divisão.

Para verificar de um modo absoluto se os traços das divisões estão bem perpendiculares ás arestas, e portanto parallelos entre si, faz-se passar gradual e parallelamente ao eixo do comparador todos os pontos da regua dividida entre duas alavancas, de modo que se ha falta de parallelismo observar-se-hão oscillações para a esquerda ou para a direita nas alavancas.

Na secção austriaca vimos magnificas reguas de aço graduadas.

Niveis.—Na bella collecção de instrumentos geode-

sicos exposta pelo instituto industrial de Lisboa, da qual já fallámos, via-se um zigrometro e uma serie de niveis de bolha de ar construidos com esmero pelo nosso eminente constructor de instrumentos de precisão, José Mauricio Vieira, director da officina de instrumentos do instituto industrial de Lisboa.

XIII

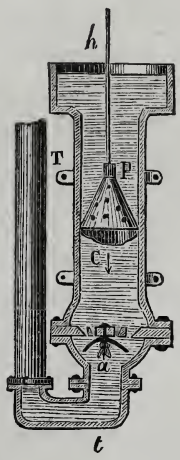
APPARELHOS DIVERSOS

Apparelhos hydraulicos. — Postoque não estivessem no quadro dos objectos que na exposição faziam o alvo dos nossos estudos, os apparelhos hydraulicos pelas suas relações com os instrumentos de physica forçosamente nos chamaram a attenção; entretanto sobre este tão importante ramo da mechanica industrial apenas citaremos algumas das machinas mais notaveis que tivemos occasião de observar no grande concurso industrial e internacional de 1867.

Bombas de Letestu. — São conhecidas as bombas construidas pelo systema Letestu; já tivemos mesmo occasião de as citar logo no principio d'este relatorio, quando descrevemos o modo por que era feito o serviço hydraulico da exposição. Havia em diversos logares, já no palacio do campo de Marte, já no parque diversas bombas de Letestu de varias dimensões.

O systema Letestu é applicavel tanto a bombas aspirantes como prementes: em ambos os casos os pistões são formados por uns cones metallicos *P* crivados de orificios; no vertice está fixado um cone de couro flexivel *C*, que excede a superficie metallica, e cujos bordos se applicam contra as paredes dos corpos de bomba quando augmenta a pressão na parte interior; é pois a propria agua que pela sua pressão produz o ajustamento e vedamento. A figura representa uma bomba premente; é claro que quando o pistão desce a agua

que está por baixo é comprimida, actua de encontro á superficie de couro e applica-a contra os orificios do cone metallico, ficando assim interceptada a passagem através do pistão; a agua é pois obrigada a passar para o canal de injecção *tT*, abrindo a valvula de passagem *a;* quando o pistão sobe, a agua que está por cima, pelo seu peso afasta a superficie do couro dos orificios do cone metallico e passa pelos ditos orificios para a



Bomba de Letestu, de París

parte inferior da bomba. Como se vê, a agua deve entrar na bomba pela parte superior do pistão. A disposição contraria se verifica na bomba aspirante. N'estas bombas o ajustamento das hastes *h* dos pistões, nos orificios das faces dos corpos de bomba por onde passeiam, tambem é feito por meio de cones de couro. As paredes dos corpos de bomba n'este systema não precisam ser muito lisas.

São muito vantajosas estas bombas para aguas lodosas e carregadas de pequenos corpos estranhos, poisque com estes mesmos continuam a funccionar, o que não acontece geralmente com os outros systemas de bombas.

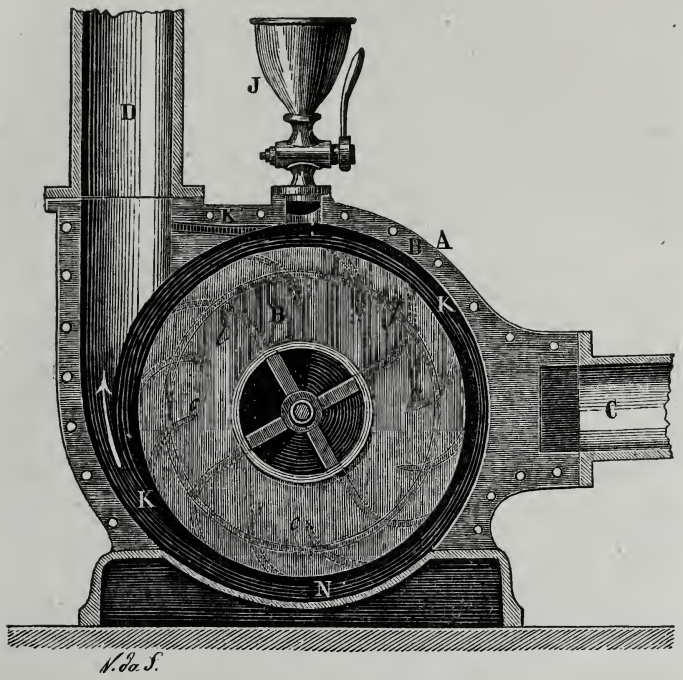
Bombas rotativas de Neut e Dumont.—Como é sabi-

do, nas bombas rotativas ha frequentemente uma especie de ventoinha ou roda de pás planas ou curvas, a que se imprime movimento de rotação dentro de uma caixa ou tambor, o qual tem um canal na circumferencia por onde deve ser elevada a agua, e outro communicando por um lado com uma abertura ou janella no centro da caixa, e pelo outro com o reservatorio da agua. É claro que pela acção da força centrifuga proveniente do movimento de rotação a agua é levada para a circumferencia, e portanto sobe pelo tubo de injecção, ao mesmo tempo que fazendo-se uma especie de rarefacção ao centro do tambor, a agua do reservatorio ahi penetra pelo tubo que vem do reservatorio e communica com o centro da bomba.

Diversas circumstancias influem sobre a maneira mais ou menos efficaz como estas bombas funccionam, taes são a fórma e dimensões das pás e da caixa, a velocidade de rotação, etc. Sem duvida uma das bombas rotativas em que melhores condições se acham reunidas é a de Neut e Dumont, que se achava exposta no parque do campo de Marte, e que fazia parte do serviço hydraulico da exposição.

A figura representa esta bomba; *A* é a caixa ou tambor formado de duas especies de conchas reunidas por parafusos, *B* ventoinha formada de duas faces entre as quaes se acham as pás *c*, algumas das quaes se prolongam até ao macho que envolve o eixo de rotação. A agua vem do reservatorio por um canal *C*, que se bifurca em dois ramos que communica cada um com a abertura central de cada uma das faces da caixa; a agua é elevada pelo tubo de injecção *D*. *I* é torneira para introduzir agua no principio quando a bomba não funcciona. *J* são compartimentos que obrigam a agua a seguir o canal annular *K* cuja secção vae augmentando; d'este modo evitam-se os redemoinhos. Esta bomba póde receber movimento de uma machina de vapor por meio de uma roda e correia. O eixo da bomba gira dentro de umas caixas de estopas.

As principaes vantagens d'este genero de bombas são: o não estarem sujeitas a redemoinhos, que sempre occasionam perda de força viva, como acontece frequentes vezes nas outras bombas rotativas; o apresentarem grande estabilidade por se achar muito baixo o seu eixo



Bomba centrifuga de Neut e Dumont, de París

de rotação, e não correrem risco de interrupção por se accumular ar no centro da bomba; para isto ha dois orificios communicando o tubo de aspiração com o interior da caixa; a agua penetrando por estes orificios obriga o ar a escapar-se através da ventoinha; as caixas de estopas d'estas bombas compõem-se de tres camaras, tendo a primeira estopa, e communicando a segunda com a terceira por um tubo por onde vem agua do tubo de injecção, de modo que se ha diminuição de pressão interior, pela caixa de estopas passa agua para dentro,

mas não ar. Estas bombas pesam pouco e occupam pouco volume.

Segundo experiencias feitas no esgotamento de minas com bombas d'este systema tendo $0^m,480$ de diametro exterior, $0^m,300$ de diametro interior, $0^m,250$ de diametro dos orificios de aspiração e injecção, $4^m,2$ de altura da aspiração, $1^m,30$ altura da injecção, sendo o movimento dado por uma locomovel por meio de uma correia abraçando a roda do volante da locomovel e um tambor montado no eixo da bomba, sendo 5 : 1 a relação dos diametros d'estes tambores, sendo o trabalho util da locomovel 18,57 cavallos, á pressão media de 5 atmospheras, a agua elevada foi de 138 litros por segundo, o que corresponde a um trabalho de 10,12 cavallos: segundo estes dados, seria o effeito util das bombas de Neut e Dumont perto de 58 por cento. Poucas bombas dão estes resultados. Em geral o numero de voltas n'este systema de bombas d'estas dimensões não deve exceder a 500 por minuto.

Podem estas bombas dar esgotamento a aguas carregadas de areias, lodos, pedrinhas, etc.; funccionam bem emquanto o diametro dos corpos estranhos não excede $0^m,05$ de diametro.

Ascensor hydraulico de mr. Edoux.—Chamava a attenção dos visitantes que percorriam a grande galeria das machinas, na secção franceza da exposição, o ascensor hydraulico de mr. Edoux, o qual todos os dias attrahia consideravel numero de pessoas. Duas estreitas torres formadas cada uma por quatro columnas verticaes de ferro se elevavam de cada lado da plataforma da galeria, uma á esquerda, outra á direita, desde o solo até ao tecto. No interior d'estas torres subia e descia um estrado ou plataforma, tendo uma especie de gaiola de ferro onde cabiam umas doze pessoas; por meio franco qualquer individuo podia ter o prazer de subir e descer na tal plataforma, demorando-se sobre a cobertura do edificio a gosar a bella vista que d'aquella altura se disfructava.

Eis como subiam as ditas plataformas. Inferiormente tinha cada uma das plataformas uma haste, formando um longo pistão que andava dentro de um cylindro vertical collocado por baixo do chão, o qual tinha um comprimento igual á altura do solo ao tecto do edificio; estes cylindros communicavam pela parte inferior com um tubo que ía até ao grande reservatorio de agua situado nas alturas do Trocadero, do outro lado do rio Sena, defronte do campo de Marte. A differença de nivel do reservatorio e da parte inferior do cylindro, sendo mais de 30 metros, a pressão da agua que entrava no cylindro era de tres atmospheras. A agua actuando sobre o pistão fazia-o subir, elevando-se assim a plataforma até ao tecto do edificio.

Para manobrar o ascensor hydraulico havia duas valvulas nos cylindros, uma que abrindo-se deixava entrar a agua para dentro dos cylindros, outra que abrindo-se a deixava esgotar para fóra; duas cordas que passavam através dos estrados moveis as faziam funccionar; um conductor que ía sobre as plataformas abria a primeira para subir e a segunda para descer.

As plataformas eram equilibradas por uns contrapesos que desciam dentro das columnas de ferro, as quaes eram ôcas para esse fim; aquelles contrapesos estavam fixos a cordas que passavam em roldanas e íam prender-se aos cantos das ditas plataformas.

O movimento das plataformas do ascensor hydraulico de Edoux era muito doce, suave e agradavel. Póde este systema ser vantajoso para se subir a edificios altos, como torres, casas com muitos andares, etc., sobretudo para pessoas gordas ou doentes. Como porém nem sempre ha agua á disposição, é preciso empregar uma machina de vapor ou de Lenoir, ou mesmo um molinete, para fazer subir as plataformas. É com effeito este o meio que já empregam certos hoteis em París, New-York, etc.

Apparelhos mergulhadores de Rouquayrol-Denayrouse: —Todos os dias eram objecto de experiencias, na mar-

gem do rio Sena junto á ponte de Jena na exposição, os apparelhos mergulhadores de Rouquayrol-Denayrouse. Têem estes apparelhos dado excellentes resultados, como o attestam as quotidianas experiencias da exposição. Depois de muito experimentados a bordo dos navios foram adoptados na marinha de guerra franceza.

Um d'estes apparelhos compõe-se de um vestuario completo de lã forrado de caoutchouc, com mascara metallica e sapatos com sola de chumbo. O ar para a respiração é fornecido por uma bomba a um reservatorio de aço, contendo ar comprimido, regulando-se á vontade do individuo a quantidade precisa para facilmente respirar. O ar é conduzido por tubos de caoutchouc; um manometro indica a pressão do ar comprimido, a qual sempre deve ser alguma cousa superior áquella a que está sujeito o mergulhador. Reconhece-se que o apparelho funcciona bem quando se vê o ar rebentar regularmente em bolhas á superficie da agua.

As commissões encarregadas de examinar estes apparelhos foram unanimes em os approvar. O preço do apparelho completo para um mergulhador regula por 300$000 réis; para dois mergulhadores trabalharem a altas pressões, segundo o typo adoptado pelo almirantado inglez, o preço é de 650$000 réis proximamente.

Apparelhos respiratorios de Galibert.—Para poder penetrar em logares onde se não póde respirar impunemente, como, por exemplo, em atmospheras deleterias onde ha gazes nocivos, acido sulphuroso, acido nitroso, sulphydrico, fumo, etc., ou em atmospheras mephiticas quando n'ellas abundam os gazes acido carbonico, carburetos de hydrogenio e outros, ou nos fogos, etc., emprega-se, desde alguns annos, um apparelho tão simples quanto util imaginado por Galibert. Achava-se na exposição universal de París representado o apparelho de Galibert em dois logares, no posto de bombeiros do palacio, e sobre a margem do rio Sena, perto da ponte de Jena, junto aos apparelhos de pesca.

O apparelho respiratorio de Galibert compõe-se de um saco de linho forrado de caoutchouc com um duplo fundo; dois pequenos tubos de caoutchouc penetram n'este saco; um chega quasi ao fundo, o outro pouco excede a parte superior do reservatorio de caoutchouc; estes tubos têem nas extremidades livres duas virolas metallicas adaptadas a uma larga embocadura de marfim ou buxo. O individuo que deve penetrar na atmosphera irrespiravel enche o saco de ar por meio de um pequeno folle, colloca-o sobre as costas, liga-o a si com um cinturão, mette a bôca na embocadura e aperta-a ligeiramente com os dentes, comprime as ventas com uma pinça de madeira, e abriga os olhos com uns oculos divergentes guarnecidos de couro e caoutchouc.

Com o apparelho de Galibert póde um individuo estar em uma atmosphera irrespiravel pelo menos meia hora. O ar fresco para respirar vae geralmente aos pulmões pelo tubo superior, e o ar expulso no acto da respiração vae pelo tubo maior, misturando-se ambos no saco onde por algum tempo se conserva uma atmosphera respiravel. O individuo armado com este apparelho póde alternadamente abrir e fechar com a lingua cada orificio da embocadura, mas isso não é indispensavel.

Pandynamometro de Hirn.—Figurava na galeria das artes liberaes, na classe XII, um instrumento, que melhor collocado estaria na classe da mechanica geral, devido ao celebre physico e mathematico, A. Hirn de Logelbach, e que era destinado a medir a força das machinas durante o seu trabalho.

No instrumento citado, ao qual seu auctor deu o nome de pandynamometro, a força é medida pela torsão das arvores de transmissão: esta torsão que augmenta com a força empregada é indicada electricamente por um mechanismo muito simples sobre um mostrador.

Relojoaria.—Abundavam na exposição suissa bellas collecções de ferramentas para trabalhos de relojoaria, d'essa industria especial que possuem os habitantes

d'esse pequeno e notavel paiz, com o qual nenhuma outra nação póde competir em preço. Os expositores que mais sobresaíam n'estes artigos da especial industria de instrumentos de precisão eram Lode, Picard, Alder, Mauber, etc.

Na exposição franceza, na grande galeria das machinas, junto aos apparelhos de telegraphia electrica expostos por Niaudet Bréguet, via-se um mechanismo de relojoaria em que o regulador era um diapasão animado de movimento vibratorio, o qual em cada oscillação simples deixava passar um dente de uma roda de escapo, ao mesmo tempo que o dente da roda no momento de escapar imprimia um impulso á ancora, fazendo continuar indefinidamente o movimento vibratorio do diapasão. No apparelho que figurava na exposição o motor era a força elastica de uma mola; mas nada impede de empregar como motor um peso cuja acção é mais regular.

A rapidez das vibrações do diapasão regulador póde ser á vontade augmentada ou diminuida, collocando sobre os dois braços do diapasão massas iguaes e symetricas de diverso peso. A regularidade do seu movimento vibratorio póde ser verificada pela comparação com um diapasão livre pelo methodo de Lissajous, combinando os seus movimentos vibratorios e projectando as curvas luminosas produzidas pela persistencia, sobre a retina, das imagens dos pontos vibrantes em diversas posições.

Um relogio tendo o diapasão por regulador póde vantajosamente ser empregado para contar e medir pequenas fracções de segundo, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, etc.; e sobretudo para obter o synchronismo em differentes apparelhos de relojoaria para diversas applicações da telegraphia electrica, como muitas vezes é necessario.

Contadores seccos de gaz.—Viam-se na exposição ingleza uns contadores de gaz de Thomás Glover, que tinham a particularidade de não empregar agua. O seu auctor compara estes reguladores de gaz a uma machina

de vapor com dois cylindros collocados um defronte do outro. Tem o regulador de Glover dois discos que fazem as vezes de pistões e que são guarnecidos de cintas de couro que fazem o ajustamento. Cada disco constitue uma especie de diaphragma. Estes discos movem-se parallelamente um ao outro e por meio de alavancas articuladas transmittem o movimento a dois eixos verticaes, os quaes fazem mover dois braços sobre dois arcos de circulo; estes braços por meio de duas bielles e uma dupla manivela fazem mover duas valvulas que regulam a entrada e saída alternadas do gaz nas duas camaras de cada divisão do apparelho; estas valvulas fazem o papel das gavetas das machinas de vapor. As cintas de couro só se podem dobrar em um sentido. O espaço que percorrem os dois discos é regulado pelos braços situados superiormente, de modo que a capacidade do contador fica invariavel.

As vantagens d'este contador, quando bem disposto e regulado, são as seguintes: 1.º, tem invariabilidade na capacidade interior, e portanto menor risco de erro na contagem; 2.º, é inalteravel á acção do calor e frio; 3.º, não dá logar á extincção das luzes pela accumulação da humidade nos canaes; 4.º, não tem agua que possa corroer e alterar os seus orgãos; 5.º, póde funccionar com menor pressão, o que se traduz em economia na despeza do gaz.

Traça-vagas do mar.—O illustre almirante francez París expoz dois curiosos instrumentos, dos quaes um era destinado a medir as ondulações das vagas do mar, e se denomina traça-vagas, e o outro era destinado a medir os balanços dos navios de bombordo a estibordo, e se denomina traça-balanços.

O traça-vagas compõe-se de uma haste a qual atravessa largamente a abertura de um fluctuador; aquella haste é suspensa e introduzida no mar com um peso inferiormente; na parte superior tem uns cylindros metallicos, em torno dos quaes se enrola uma folha de pa-

pel, e que se podem fazer girar por meio de uma manivela; o fluctuador sustém superiormente um porta-estylete que escreve longitudinalmente sobre o papel. A haste ficando vertical, as vagas oscillando para cima e para baixo fazem subir mais ou menos o fluctuador, e o estylete risca no papel a altura das vagas. O instrumento exposto media oscillações de $0^m,3$ a $3^m,5$.

Traça-balanços. — Consta este instrumento de uma especie de pião que se apoia sobre um supporte, e que sendo animado do seu movimento giratorio conserva o seu eixo sempre vertical; superiormente no seu prolongamento tem uma pinça que traça as ondulações do navio sobre uma folha de papel que passa entre arcos cylindricos de metal, e que recebe movimento de um mechanismo de relojoaria.

A INDUSTRIA DOS INSTRUMENTOS DE PRECISÃO NA ACTUALIDADE

A industria dos instrumentos de precisão tem n'estes ultimos annos assumido um extraordinario desenvolvimento nos diversos ramos em que se reparte. Só a telegraphia electrica tem nos ultimos vinte annos creado uma industria especial que antes não existia.

É ainda a França que em geral prima sobre todas as outras nações n'esta especial industria, sobretudo pela extensão do seu mercado; com effeito a França fornece, por assim dizer, para todos os paizes civilisados um grande numero dos apparelhos empregados no ensino das sciencias; bem como o material de certas artes chimicas, dos trabalhos geodesicos, topographicos e photographicos, da navegação e dos pharoes, etc. A industria dos instrumentos de precisão em França, quasi que se acha concentrada em París; apenas nas provincias ha a notar algumas fabricas de vidros de optica, e nos portos de mar alguns fabricantes de instrumentos para o uso da navegação.

Depois da França occupam o primeiro logar n'esta industria a Allemanha, sobretudo a Prussia e a Inglaterra. Os productos das fabricas allemãs não cedem em perfeição, bem acabado e precisão aos francezes; o seu mercado porém é mais restricto; postoque se tenha alargado já fóra do territorio germanico, poucos instrumentos de precisão ainda apparecem a lutar com os de procedencia franceza. Emquanto aos instrumentos de origem ingleza, não são geralmente superiores aos outros, e sobretudo são de um preço excessivo. Entretanto a Inglaterra exporta para os outros paizes muitos instrumentos para a navegação, apparelhos photographicos e de optica. Emquanto ao ramo especial de relojoaria vulgar continua sendo quasi exclusivo da industria suissa.

Se porém a industria dos instrumentos de precisão se tem extraordinariamente multiplicado e desenvolvido, tem comtudo perdido muito do cunho de rigor e perfeição que antigamente manifestava. Grande numero de constructores, mesmo dos mais habeis, tem feito d'esta industria de exactidão, delicadeza e perfeição, uma verdadeira especulação commercial. É assim que no meio do augmento progressivo e incessante dos salarios e do preço de tantos outros objectos, se têem podido conservar inalteraveis os preços commerciaes dos apparelhos de physica, dos instrumentos geodesicos e outros. O resultado porém é que taes productos nem apresentam rigor nem perfeição na sua execução; não são emfim instrumentos de precisão.

Se menor precisão e menos perfeita execução dos apparelhos não tem importancia maior em certos productos d'aquella industria destinados ao ensino das sciencias, não acontece porém o mesmo a certos instrumentos de medida, nem aos utensilios de certas artes, applicação immediata da physica, como a telegraphia, pharoes, photographia, etc., e muito menos ainda se podem admittir taes condições nos apparelhos delicados que

servem para a determinação de certos elementos nos diversos phenomenos da natureza, como são balanças de rigorosa analyse, instrumentos de optica transcendente, de astronomia e tantos outros onde se necessita de toda a precisão e rigor que as artes mechanicas podem dar áquelles delicados instrumentos do trabalho.

Assim para actualmente se obter um verdadeiro instrumento de precisão, deve contar-se com preços superiores aos que correm nos catalogos commerciaes, e é preciso faze-los construir por algum dos habeis e conscienciosos artistas que fabricam os interessantes productos d'aquella especial industria. Os nomes de Ruhmkorff, Hardy, Duboscq, Hofmann, Secretan, de París, Siemens e Halske, Horn, Schultz, de Berlin, Ross, Dallmayer, Siemens, de Londres, Woigtlander, Winter, de Vienna, Repsold, de Hamburgo, Steinheil, Ettel, Scheidig, de Munich, são conhecidos, como representando os mais celebres obreiros da industria dos instrumentos de precisão.

Em Portugal grande parte dos apparelhos e instrumentos de precisão de que se faz uso nos diversos ramos da industria e artes que mais ou menos dependem da physica, é importado do estrangeiro, e principalmente de França. Entretanto alguns objectos têem sido construidos no nosso paiz, onde ha artistas muito habeis n'aquelles delicados trabalhos da industria dos instrumentos de precisão; são conhecidos os productos devidos ao nosso illustre compatriota e talentoso artista José Mauricio Vieira. Os instrumentos construidos pelo notavel artista portuguez, que dirige a officina especial do instituto industrial de Lisboa, podem figurar a par dos melhores productos dos mais abalisados constructores estrangeiros. A escola industrial de Lisboa tem formado, sob a direcção d'aquelle eminente constructor, artistas distinctos que têem ido exercer a sua bella arte em diversos misteres de diversos ramos da industria dos instrumentos de precisão.

Póde-se dizer que a unica officina de instrumentos de precisão que possue o nosso paiz é a do instituto industrial de Lisboa; apenas ha a juntar as de alguns artistas que construem particularmente alguns instrumentos, e occorrem ás reparações numerosas que constantemente necessitam os instrumentos geodesicos e maritimos, o material de telegraphia electrica, etc. Vê-se pois que a industria dos instrumentos de precisão no nosso paiz está longe de poder satisfazer mesmo ás mais urgentes necessidades dos estabelecimentos scientificos e escolas, da navegação, dos trabalhos geodesicos, geographicos, etc. Só as reparações e concertos do material de telegraphia electrica, dos apparelhos geodesicos, astronomicos, etc., quasi que occupam toda a actividade dos nossos artistas.

Ha porém circumstancias que concorrem para paralysar o desenvolvimento da industria dos instrumentos de precisão no nosso paiz, elevando o custo do fabrico dos productos que não podem lutar em preço com os do mercado estrangeiro, sobretudo em certos artigos especiaes. A principal é o não se beneficiar entre nós do grande principio da divisão do trabalho. É sabido que em França, por exemplo, um constructor de instrumentos de precisão não se dedica senão a um ramo d'aquella industria, e n'esse ramo mesmo apenas propriamente fabrica uma especialidade; é assim que o celebre Duboscq não construe nas suas officinas senão instrumentos de optica transcendente, Sautter e Lepaute apenas os apparelhos de pharoes, e n'estes mesmos os vidros são previamente fundidos na fabrica especial de S. Gobain, Ruhmkorff apenas construe apparelhos electricos, e principalmente os de inducção. O mesmo se verifica em Allemanha; é nas officinas de Steinheil, de Munich, que melhor se fabricam as objectivas de instrumentos astronomicos. O grande refractor do nosso observatorio astronomico de Lisboa, postoque fosse construido por Repsold, de Hamburgo, artista especial em instrumen-

tos de astronomia, possue comtudo uma objectiva de $0^m,38$ de diametro construida pelo celebre artista de Munich, especialista n'este ramo particular da industria dos instrumentos de precisão.

O grande principio economico da divisão do trabalho não só dá em resultado a producção mais barata, mas tambem permitte o attingir maior perfeição na execução dos instrumentos, o que nas artes de precisão, e para certas applicações, como é, por exemplo, aquella de que acabâmos de fallar, é ainda de muito maior importancia.

Entre nós não havendo divisão do trabalho na industria de instrumentos de precisão, os nossos artistas vêem-se obrigados a repartir a sua attenção pelos variados trabalhos d'aquella industria. A esta grande difficuldade acresce tambem que o mercado sendo muito limitado, não ha logar a construir-se grande numero dos mesmos objectos, e portanto d'aqui resulta a impossibilidade de se poder construir por baixos preços, e por consequencia ha toda a desvantagem em lutar com a industria estrangeira.

MACHINAS DE VAPOR

GOLPE DE VISTA GERAL SOBRE AS MACHINAS DE VAPOR DA EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE 1867

Postoque os progressos da industria sejam incessantes, comtudo são bastante lentos para que em tão curto intervallo de tempo como é aquelle que tem separado duas exposições universaes, se possa esperar ver realisar grandes invenções, ou mesmo innovações capitaes; assim a exposição universal de París em 1867, na parte da qual aqui nos occupâmos, comquanto admiravel, magnifica e esplendida, não offerecia nos motores a vapor nada de similhante, quer se considerassem como meios de circulação por terra e por mar, quer se considerassem como o alimento e a vida de tantas industrias. Não se encontravam na exposição das machinas de vapor d'esses progressos que mudam os habitos e os interesses dos povos, e modificam as relações sociaes. Na industria das machinas de vapor tem havido progressos, mas progressos lentos, e que só os homens competentes e technicos podem apreciar.

Segundo a classificação adoptada pela commissão imperial na exposição universal de París, as machinas de vapor abrangiam as classes LII, LIII, LXIII e LXVI, comprehendendo-se comtudo n'estas classes muitas outras machinas alem das movidas pelo vapor. Na clas-

se LII achavam-se expostas as machinas de vapor especialmente affectadas aos diversos serviços mechanicos do campo de Marte; na classe LIII, *mechanica geral,* achavam-se expostas as machinas fixas e as locomoveis; na classe LXIII, *material dos caminhos de ferro,* achavam-se comprehendidas as locomotivas; finalmente, na classe LXVI, *material da navegação,* se achavam expostas as machinas de vapor maritimas.

Era na grande galeria do trabalho das artes usuaes, tambem denominada galeria das machinas, a maior de todas as galerias ellipticas do grande palacio da exposição, que se achavam expostas muitas machinas de vapor; grande numero porém occupava diversos annexos estabelecidos em differentes logares do parque. A maior parte das machinas de vapor que se achavam no parque desempenhava um certo trabalho especial. As machinas de vapor maritimas achavam-se quasi todas na margem do rio Sena, junto á ponte de Jena.

Figuravam no campo de Marte trinta e duas locomotivas, mais de noventa machinas de vapor fixas, de officina, e locomoveis, e diversas machinas maritimas da força de trezentos a mil e duzentos cavallos nominaes. O material dos motores a vapor não occupava menos de uma extensão de 4 ou 5 kilometros a contar da secção franceza á ingleza, passando pela exposição belga e allemã, e passando dos annexos do parque, onde se achava a grande exhibição do Creusot e a mechanica geral, á margem do rio, onde se achavam as machinas maritimas, e ao annexo da exposição americana.

Mas não era só n'esta grande quantidade de machinas que estava o interesse, n'esta parte, da grande exposição universal, d'este grande esforço que em menos de um anno converteu a planicie arida e empoeirada do campo de Marte em uma immensidade de construcções differentes, caes, ruas, prados, arvoredos, por entre os quaes milhares de objectos em todos os generos mostravam os resultados do trabalho e do genio de tantos e

diversos povos; era sobretudo o caracter de concurso internacional que mais interessante tornava a exposição dos motores de vapor.

Por toda a parte onde ha caminhos de ferro, manufacturas, marinha, ha officinas, engenheiros, arsenaes, etc.; mas nem todas as nações têem propriamente officinas de construcção onde se verifique, por assim dizer, de um jacto, a creação e a construcção de uma machina de vapor. Os paizes que possuem fabricas onde se criam os possantes motores da industria moderna, são França, Inglaterra, Allemanha, Belgica, Estados Unidos, Hollanda, Suissa e Suecia; sobretudo as cinco primeiras nações. Todos estes paizes se encontraram no campo de Marte pelos specimens enviados pelas suas principaes fabricas. Na grande exposição das machinas, cada nação apresentava por assim dizer um certo cunho de originalidade que lhe é proprio; cada uma tinha os seus typos, já nas dimensões, já na disposição especial das principaes peças e orgãos de suas machinas, parecendo ás vezes uma mesma machina apresentar uma especie de antagonismo nos specimens expostos por diversos paizes; e comtudo os seus diversos typos satisfaziam geralmente bem, tanto é verdade que as suas diversas qualidades podem guardar um certo equilibrio em harmonia com as circumstancias locaes que determinam a preferencia de um ou outro typo.

A exposição universal de 1867, no que respeita ás classes LII, LIII, LXIII e LXVI, mostrava claramente os immensos progressos que tem feito a França na construcção de toda a especie de machinas de vapor, n'esta industria em que a Inglaterra, os Estados Unidos, e mesmo a Allemanha levavam tanta supremacia. Assim vimos na exposição algumas locomotivas e outras machinas de vapor, construidas em França e por encommenda, destinadas á Allemanha, e, o que é mais de admirar, até para a propria Inglaterra; assim depois do tratado de 1860 com a Inglaterra, o qual abriu livre entrada em

França aos productos da grande nação industrial, e que tanto assustou os industriaes em França, os quaes já julgavam que se não gastariam no seu paiz senão productos de industria ingleza, vemos nós augmentarem immensamente os productos de exportação em França; vemos emfim inclusivamente, graças em parte á diminuição dos direitos sobre as materias primas e em parte ao aperfeiçoamento do trabalho e á menor taxa dos salarios, a França exportar machinas de vapor para Inglaterra.

Abrilhantavam a exposição das machinas de vapor no campo de Márte, e chamavam logo a attenção dos visitantes, a 2012.ª locomotiva de Stephenson, a 1423.ª de Kitson, as lindas machinas maritimas de Penn, as soberbas machinas maritimas de Friedland, construidas nas vastas officinas do Indret, a 2000.ª locomotiva de Borsig, de Berlin, uma linda locomotiva americana toda doirada e cinzelada, obra prima de trabalho, as locomotivas e outras machinas de vapor do Creusot, cuja exposição era um verdadeiro museu mechanico, como as suas officinas e sua administração são um verdadeiro exemplo do que póde uma empreza bem dirigida e organisada. Tudo ha a admirar n'este importante estabelecimento industrial da França, que rende ao seu proprietario, mr. Schneider, actual presidente do corpo legislativo francez, mais de 600:000 francos annuaes.

Não era porém só o grande estabelecimento industrial do Creusot o unico que tornava notavel a exposição franceza de machinas de vapor. As grandes officinas das margens do rio Loire e da Alsacia, grandes e pequenos constructores de París, Lyon, Rouen, Lille, etc.; as officinas do estado, as dos caminhos de ferro, emfim todos á porfia, já pelo numero, já pela qualidade dos seus productos, responderam ao convite que a commissão imperial lhes dirigiu mantendo a uma grande altura o credito e o nome industrial do seu paiz. Póde-se dizer que nada deixavam a desejar, e note-se que isto

se dava em geral, quer nas locomotivas, quer nas machinas fixas, nas maritimas, quer emfim nas locomoveis.

Os bellos specimens de machinas de vapor que se ostentavam com verdadeiro e nobre orgulho na exposição universal de 1867, nem todos eram machinas expressamente feitas com o fim de ali figurarem, e portanto com o acabado e bonito com que é costume dotar os objectos que devem lutar com a concorrencia de todas as nações, e que são destinados a mostrar o quanto póde a industria do paiz. Muitas das machinas expostas eram velhas, mas tinham envelhecido nas lides do trabalho; veteranos da industria, mostravam pelos serviços já feitos e por aquelles que ainda eram capazes de fazer, e que iriam desempenhar logoque cessasse aquella grande festa industrial, que tinha sido causa do seu temporario descanso, quaes eram as suas qualidades provadas já pelo melhor de todos os argumentos, a longa pratica. Assim vimos locomotivas, pertencentes a diversas companhias de caminhos de ferro, as quaes, depois de terem feito alguns centos de milhares de kilometros, e terem transportado milhares de passageiros e de toneladas de mercadorias, ainda se mostravam robustas e susceptiveis de continuarem em um dos serviços mais efficazes do nosso seculo, o da rapidez das communicações.

Grande numero das machinas de vapor fixas que figuravam na exposição estavam todos os dias em movimento fazendo algum serviço, e mostrando assim melhor as suas qualidades, o que por certo não permittiria a sua simples inspecção no estado de repouso. Algumas faziam o serviço especial da exposição, isto é, davam movimento a diversas outras machinas e apparelhos, como bombas, machinas de fiação, de fazer chocolate, de cortar e furar chapas de ferro, de fazer chapéus, e outras tantas que se achariam impossibilitadas de manifestar ao publico as suas vantagens e a sua utilidade, se não fossem por meio de correias e engrenagens, buscar o mo-

vimento a grandes eixos ou veios dispostos longitudinalmente ao longo da grande galeria do trabalho das artes usuaes, de cada lado da plataforma que corria a meio d'esta grande avenida elliptica do palacio da exposição. Os eixos de que acabâmos de fallar recebiam movimento d'aquellas machinas de vapor. Como já dissemos as machinas de vapor que faziam o serviço mechanico da exposição, achavam-se agrupadas todas na classe LII.

As machinas de vapor expostas na secção allemã eram todas dignas do grande paiz onde tinham sido fabricadas. Principalmente a Prussia e os estados da Allemanha do norte, e mesmo a Austria apresentaram nas classes LII, LIII e LXIII productos que se recommendavam a um serio estudo. Ao lado dos productos expostos pelos principaes fabricantes do primeiro paiz de Allemanha, a Prussia, viam-se muito boas machinas saídas das officinas de Carlsruhe, Esslingen, Neustad, Wien, etc.

Foi na exposição universal de 1855, em París, que os allemães se fizeram mais conhecer na Europa pelas suas maravilhas mechanicas e metallurgicas. Desde então o progresso tem continuado a operar os seus effeitos nos principaes estabelecimentos industriaes da velha Germania. As boas qualidades dos seus productos, juntamente com o baixo preço relativo do trabalho n'aquelle paiz, têem feito que de toda a parte tenham affluido encommendas aos diversos estabelecimentos industriaes de Allemanha, e em muitas adjudicações onde concorreu, por assim dizer, toda a Europa industrial, foi a Allemanha quem por aquellas rasões ficou vencedora.

Desde 1855 tem a França feito immensos progressos na construcção das machinas de vapor. A exposição de 1867 mostrava que effectivamente a industria franceza ao presente não teme a concorrencia estrangeira; mas mostrou igualmente que a Inglaterra, a Allemanha e a pequena Belgica, na Europa, e os Estados Unidos, na America, sustentam vigorosamente a luta pacifica do

trabalho, e que aquella que não continuar a progredir declarar-se-ha vencida.

O que havia para admirar na exposição universal de 1867, nos diversos specimens de machinas de vapor de todos os generos e de todas as dimensões, que ornavam a grande galeria do trabalho das artes usuaes no palacio, bem como os numerosos annexos que povoavam o parque, era o bem acabado, a boa execução e certos aperfeiçoamentos de detalhe, o que mostrava que na maior parte os constructores se têem identificado com os diversos typos da bella invenção de Watt, e, por assim dizer, se têem tornado senhores da idéa e das modificações que deve soffrer, segundo tem que se adaptar a um ou outro fim. Mas considerando-as em relação á theoria, isto é, considerando o trabalho representado pela enorme porção de calor produzido pela combustão da grande quantidade de carvão, ou outro qualquer combustivel empregado, e a pequenissima quantidade de trabalho util que as machinas de vapor produzem, não se póde deixar de dizer que o lado economico da questão das machinas de vapor deixa ainda muito a desejar, e que esta exposição de 1867 pouco avançava n'este ponto ás exposições anteriores.

N'este nosso trabalho procuraremos dar uma noticia das principaes machinas de vapor que figuravam na exposição universal de París de 1867, e dos melhoramentos que apresentavam; diremos tambem qual o genero que nos parece convir mais para as industrias do nosso paiz, e, finalmente, dando um golpe de vista retrospectivo para todas estas maravilhas das artes mechanicas, faremos uma analyse critica debaixo do ponto de vista scientifico e á luz da theoria dynamica do calor, para vermos o que são hoje os motores de vapor, e qual o *desideratum* da sciencia e da industria a este respeito.

I

MACHINAS FIXAS

DESCRIPÇÃO SUCCINTA DAS MACHINAS DE VAPOR

Ha perto de um seculo que a machina de vapor inventada pelo infeliz Papin, recebeu de James Watt, celebre preparador de physica da universidade de Glasgow, os aperfeiçoamentos que tornaram industrial a machina atmospherica de Newcomen, então muito usada no esgotamento das minas de carvão de pedra da Gran-Bretanha. É desde esta memoravel epocha que a machina de vapor, saíndo das minas, se espalhou e generalisou por toda a parte levando o movimento e a vida a tantas industrias. Desde então até hoje tem successivamente recebido varios aperfeiçoamentos, divulgando-se cada vez mais e applicando-se a serviços os mais variados.

É sabido que na machina de vapor atmospherica de Newcomen, o vapor vindo da caldeira actuava sobre a parte inferior do pistão contido em um cylindro vertical e fazia-o subir; quando o pistão era chegado á parte superior do cylindro, um jacto de agua fria era lançado no cylindro, o vapor que ahi se achava condensando-se então, ficava uma especie de vacuo por baixo do pistão, e a pressão do ar exterior actuando sobre a face superior do pistão fazia descer este. Vê-se pois que o vapor só actuava de um lado do pistão, d'aqui resultava chamarem-se machinas de *effeito simples:* alem d'isso sendo a pressão atmospherica que fazia descer o pistão, por isso se denominavam tambem machinas atmosphericas.

Os principaes aperfeiçoamentos de Watt consistiram em condensar o vapor fóra do cylindro em um vaso especial chamado *condensador*, evitando assim o esfriamento do cylindro, que diminuia consideravelmente a tensão do vapor que, vindo da caldeira, ali entrava para fazer subir o pistão; alem d'isso fez Watt actuar o va-

por alternadamente sobre as duas faces do pistão; por isso taes machinas se denominaram de effeito duplo. Para evitar o esfriamento do cylindro imaginou tambem Watt a camisa ou superficie cylindrica envolvendo a do cylindro em que o vapor actua; o vapor vindo da caldeira, circulando entre aquellas superficies cylindricas mantem uma temperatura elevada, evitando-se assim a diminuição de tensão do vapor, resultante do esfriamento das paredes do cylindro.

Na machina de Watt o movimento rectilineo alternado do pistão era transformado primeiramente no movimento oscillante de um balanceiro por meio de um parallelogrammo articulado, tambem de sua invenção, o qual ligava a extremidade da haste do pistão a um dos extremos do balanceiro; no outro extremo d'este articulava uma bielle, a qual se articulava com uma manivela montada no eixo de uma grande roda, o *volante,* á qual assim imprimia movimento de rotação.

A entrada do vapor ora por um ora por outro lado do pistão, é regulada por uma *gaveta* que passeia com movimento de vaivem em uma caixa ou *distribuidor* onde entra o vapor vindo da caldeira. A gaveta recebe movimento de um excentrico, fixo sobre o eixo do volante, por meio de um tirante e alavancas.

Ha tres bombas na machina de Watt: a *bomba de ar* que tira do condensador a agua quente proveniente da condensação do vapor, a *bomba de agua fria* que introduz agua nova e fria no condensador, e a bomba alimentar que introduz agua na caldeira. Todas estas bombas recebem movimento da machina por meio de bielles que por um lado articulam com o balanceiro, e por outro com as hastes dos seus pistões.

Tem a machina de vapor soffrido muitas modificações desde Watt até aos nossos dias, estando quasi que abandonada a sua primitiva disposição. Hoje usa-se geralmente das machinas denominadas de acção directa; n'estas machinas não ha balanceiro, a haste do pistão arti-

cula directamente com uma bielle, e esta articula com a manivela do eixo do volante; estas machinas são pois muito mais simples. A posição do cylindro tambem tem variado, assim, póde ser vertical, direito ou invertido, inclinado ou horisontal. Actualmente a disposição mais usada é a do cylindro horisontal.

Em logar do cylindro ser fixo, póde ser oscillante em torno de um eixo passando pelo meio ou pela base; n'este caso supprime-se a bielle, e a haste do pistão articula immediatamente com o botão da manivela do eixo do volante.

O vapor depois de actuar no cylindro, em logar de ir para o condensador póde ir para a atmosphera; as machinas dizem-se n'este caso sem condensação; são mais simples, porque se supprime o condensador e seus annexos, bombas, etc.; mas n'estas machinas o vapor que vem da caldeira actuar sobre o pistão do cylindro, é contrariado pela pressão atmospherica que actua do lado opposto, emquanto que nas machinas em que ha condensação o vapor da caldeira apenas é contrariado por algum vapor que se não condensou, e cuja tensão é muito inferior á pressão atmospherica.

Ha machinas em que a communicação entre a caldeira e o cylindro não existe durante todo o curso do pistão; quando este chega a uma parte do seu curso, por exemplo, á terça parte, interrompe-se aquella communicação, e o vapor que estava no cylindro dilata-se, e pela sua expansão continua a fazer mover o pistão até ao fim do seu curso. Estas machinas dizem-se *de expansão*. Têem uma grande vantagem que é a economia de vapor, e portanto de combustivel; assim no exemplo que figurámos gastar-se-ía em cada golpe do pistão a terça parte do vapor que se gastaria se não houvesse expansão. Alem d'isso, estas machinas aproveitam mais o calor que possue o vapor, como veremos.

Ás vezes a expansão realisa-se em outro cylindro de maiores dimensões; n'este caso tem a machina dois cy-

lindros, um de menor diametro que está em communicação com a caldeira; o vapor depois de actuar no pequeno cylindro passa para o outro de maior diametro, no qual encontrando maior capacidade se dilata e faz pela sua expansão mover o grande pistão. São estas as chamadas machinas de Woolf.

O trabalho das machinas de vapor é avaliado em cavallos; a unidade cavallo-vapor equivale a 75 kilogrammetros, isto é, ao trabalho desenvolvido para elevar á altura de 1 metro em um segundo o peso de 75 kilogrammas.

O vapor é gerado, como sabido é, nas caldeiras. Os geradores das machinas fixas são geralmente de ferro; a sua fórma mais geral é a cylindrica terminada por calotes esphericas; ás vezes têem inferiormente dois outros tubos, denominados ebullidores, os quaes communicam com o corpo da caldeira e se acham cheios de agua; o nivel da agua na caldeira acha-se geralmente a meio. As chammas lambem geralmente dois terços da superficie dos ebullidores e metade da da caldeira. Ás vezes as chammas e productos da combustão percorrem canaes no interior da caldeira, e ás vezes tubos; tanto os canaes como os tubos estão envolvidos por agua; d'este modo ha muito maior numero de pontos de contacto entre o calor e a agua, e a caldeira tem então maior poder de vaporisação.

As caldeiras são munidas de varios accessorios, como são os manometros para indicarem a tensão do vapor, os indicadores do nivel de agua, que são diversos, tubos de vidro, torneiras, indicador de alarme e fluctuador; as valvulas de segurança, que são valvulas que fecham certas aberturas que tem a caldeira, e contra as quaes são mantidas pela acção de pesos e alavancas calculados de modo que quando a tensão do vapor exceder o limite que se julga conveniente, o vapor levanta as valvulas e sáe para fóra; finalmente, têem ainda as caldeiras os tubos de communicação para a machina, para a

sua alimentação, etc. As caldeiras das machinas fixas têem geralmente a posição horisontal, entretanto algumas ha que se acham dispostas verticalmente.

Na exposição universal de París havia machinas de diversos typos e de diversos systemas; as classes LII e LIII achavam-se mui bem representadas. Eram as secções franceza, ingleza, prussiana e allemã do norte, austriaca, belga e dos Estados Unidos, as que continham machinas de vapor em maior numero e que melhores condições reuniam. Vamos em seguida noticiar e analysar o que de melhor apresentava a exposição a este respeito.

EXPOSIÇÃO FRANCEZA

Na secção franceza distinguiam-se principalmente os expositores Powell, Farcot, Lecouteux, Flaud, Durenne, Gavrian, Duvergier, Albaret, etc.

Machinas de Woolf, expostas por Powell, de Rouen.— O estabelecimento de construcção de machinas de Powell, de Rouen, expoz duas magnificas machinas de Woolf, iguaes, que simultaneamente davam movimento a um grande volante, que o transmittia a diversos veios onde íam procurar a força motriz numerosas machinas de fiação, bombas, tornos, etc. Forneciam estas machinas uma boa parte da força motriz da exposição franceza. A sua construcção era bella, funccionavam com doçura e suavidade, não se lhe notando nem choques nem estremecimentos; eram da força de 60 cavallos.

O systema das machinas de Powell é o systema ordinario das machinas de Woolf, com balanceiro. Cada machina tem dois cylindros verticaes a par um do outro; o vapor vindo da caldeira circula em uma camisa que envolve os cylindros, depois entra no cylindro de menor diametro; depois de fazer mover o pistão do pequeno cylindro entra no de maior diametro, onde se dilata e por expansão faz mover o grande pistão. As communicações dos dois cylindros estão dispostas de modo

que a parte superior de um communica com a inferior do outro, a fim de que os dois pistões tenham movimento no mesmo sentido. As hastes dos dois pistões articulam por meio de parallelogrammos de Watt com um grande balanceiro. Nas machinas expostas cada balanceiro oscillava sobre uma colossal columna de ferro fundido.

As duas machinas identicas imprimiam movimento a um mesmo volante; era este uma enorme roda dentada de ferro fundido, tendo $5^m,6$ de diametro, o qual engrenava com um carrete dentado de madeira dura, cujo eixo transmittia o movimento aos diversos veios d'este sector da galeria. O eixo do volante tinha duas manivelas que recebiam movimento das respectivas bielles das duas machinas, dispostas de modo que quando uma estava no minimo de sua acção estava a outra no maximo.

O systema de empregar duas machinas iguaes, em logar de uma de força dupla, tem a vantagem de permittir as reparações sem cessar completamente o trabalho, poisque uma póde continuar a funccionar emquanto a outra se repara.

O gerador do vapor das machinas de Powell achava-se a 70 metros do palacio. É este gerador uma enorme caldeira de 2 metros de diametro e 8 metros de comprimento; tem duas fornalhas interiores; as chammas e productos da combustão percorrem um grande canal ao longo e no interior da caldeira, este canal é completamente cercado de agua; depois de percorrerem este canal sáem fóra da caldeira e percorrem a sua parte inferior duas vezes; assim antes de saírem pela chaminé fazem um trajecto, cuja extensão é tres vezes o comprimento da caldeira.

No interior de cada fornalha e conducta das chammas ha um tubo ebullidor cheio de agua, de modo que as chammas formam uma especie de cylindro ou annel envolvido por agua. O ar que alimenta a combustão, entra por uma especie de caixa de ferro guarnecida de

orificios desiguaes e desigualmente dispostos, onde adquire uma elevada temperatura; depois junta-se intimamente á chamma, porque é obrigado a passar por um espaço apertado produzido pelo tubo ebullidor. D'este modo a combustão é mais completa; e mesmo com carvões de má qualidade não se via saír pela chaminé grande quantidade de fumo. Era esta caldeira munida de um indicador magnetico de nivel e de um injector de Giffard, para a sua alimentação, no qual, como é sabido, o vapor vindo da caldeira por um tubo conico, e encontrando a agua de alimentação no seu caminho a arrasta por outro tubo para a caldeira. Gastava este gerador 1,5 kilogrammas de carvão por cavallo e por hora, vaporisando ao mesmo tempo $7\frac{1}{2}$ litros de agua.

Machinas expostas pela casa Farcot & Filhos de Saint-Ouen.—Na secção franceza das machinas de vapor, a exposição do acreditado estabelecimento de Farcot, em Saint-Ouen, era sem duvida uma das mais interessantes, já pelo numero de machinas expostas, já pela sua qualidade.

As machinas de Farcot não se achavam reunidas todas na parte da galeria do trabalho das artes usuaes, occupada pela exposição franceza; muitas d'aquellas machinas achavam-se disseminadas pelas exposições de diversos paizes, fornecendo a força motriz a muitas machinas e apparelhos de differentes nacionalidades.

Eis-aqui as machinas de vapor, construidas pela casa Farcot, que figuravam nas classes LII e LIII da exposição universal de París.

1.º *Machina de vapor horisontal de* 50 *cavallos com condensação.*—Esta machina é de acção directa, a haste do pistão articula com a manivela do eixo do volante; o vapor actua a plena pressão só em parte do curso do pistão do cylindro, no resto actua por expansão. O cylindro é revestido de uma camada de lã, feltro ou outra substancia isoladora, sobre a qual assenta um envolucro de madeira polida, ficando assim muito abrigado do es-

friamento, de modo que a sua temperatura mantem-se bastante elevada, e o vapor quando ahi entra pouco perde de tensão. Este typo tem sido applicado por Farcot a um grande numero das suas machinas, e tem sido adoptado por muitos constructores de diversas nações.

A machina citada fazia mover dois ventiladores duplos do systema Perrigault, que já descrevemos, os quaes comprimiam o ar para a ventilação artificial do palacio da exposição; alem d'isso fornecia a força motriz aos diversos apparelhos e machinas expostas pelos differentes estados da Allemanha do sul.

2.º *Machina de vapor horisontal similhante á anterior, da força de 20 cavallos,* a qual fornecia a força motriz, dando o movimento ás machinas da exposição austriaca.

3.º *Machina do mesmo typo e força da anterior,* a qual dava movimento ás diversas machinas e instrumentos da exposição suissa.

4.º Duas bellas machinas conjugadas de cylindro horisontal com condensação, da força de 80 cavallos cada uma, dando ambas movimento a um grande volante dentado. O typo d'estas machinas era similhante ao das anteriores. O vapor actuava por expansão. Os cylindros eram revestidos de um envolucro isolador. Em geral, n'estas machinas o condensador e bombas acham-se em um plano inferior, podendo as bombas ter os seus corpos dispostos verticalmente.

Regulador de braços cruzados de Farcot.—Em geral as machinas de Farcot são munidas de um regulador especial de braços e bielles cruzadas, invenção do seu constructor, o qual apresenta grandes vantagens quando o trabalho das machinas soffre grandes variações durante o movimento.

É sabido que nas machinas de vapor para manter a velocidade do eixo motor entre certos limites, emprega-se geralmente o regulador de Watt. Este apparelho, chamado tambem *pendulo conico,* consta de um eixo verti-

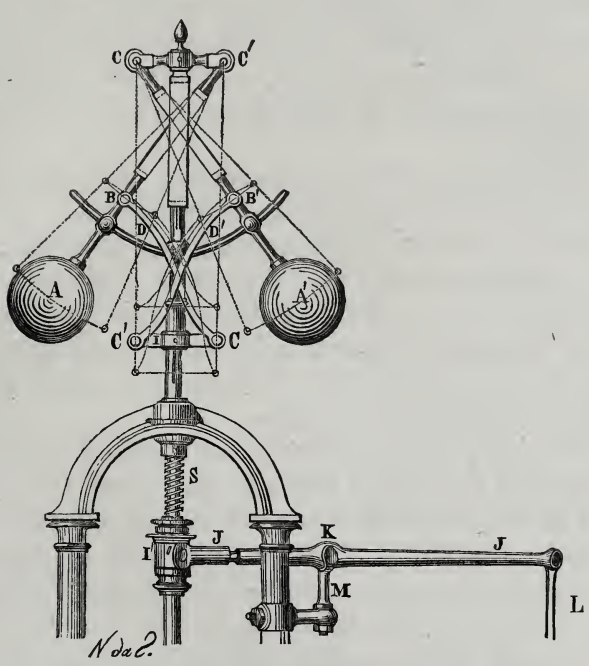
cal, o qual recebe movimento de rotação da machina de vapor. Na parte superior d'este eixo articulam-se duas hastes ou braços tendo cada um d'elles uma grande bola de ferro na extremidade; perto das bolas articulam-se nos braços umas hastes que articulam com um annel ou colleira que póde correr ao longo do eixo vertical do regulador; esta colleira liga-se por meio de alavancas a uma torneira existente no tubo por onde vae o vapor da caldeira para a machina.

Quando a velocidade da machina augmenta e excede o limite que se julga ser o mais conveniente para o serviço, o regulador ou pendulo conico anda mais depressa, a força centrifuga, que sempre se desenvolve no movimento de rotação, augmenta, e como actua do centro para a circumferencia, afasta as bolas do regulador, fazendo subir a colleira ao longo do seu eixo, a qual por meio das alavancas faz fechar um pouco a torneira, de modo que entra menos vapor; d'aqui resulta o diminuir a velocidade da machina. Se, pelo contrario, a machina anda mais devagar, a velocidade do pendulo conico tambem diminue, e portanto a força centrifuga diminue igualmente, as bolas approximam-se pela acção de seu peso, a colleira desce ao longo do eixo do regulador, e por meio das alavancas faz abrir mais a torneira, d'onde resulta que entra mais vapor para o cylindro da machina, e esta andará portanto mais depressa.

O pendulo conico ordinario funcciona bem quando as variações do trabalho são pequenas; mas ha certas applicações das machinas de vapor nas quaes o trabalho forçosamente é muito variavel durante todo o movimento; assim, por exemplo, uma machina de vapor põe em movimento um laminador; no momento em que a peça a laminar começa a achatar-se entre os cylindros do laminador, a resistencia que offerece é enorme; ás vezes decupla-se; ora n'estas circumstancias o regulador de Watt é insufficiente.

O regulador inventado em 1860 por Farcot tem por

fim satisfazer quanto possivel á condição de manter constante a velocidade, quaesquer que sejam as variações que experimente o trabalho. Para isso era preciso dar ao pendulo conico a propriedade de se manter em todas as posições angulares possiveis emquanto durar a velocidade do regimen.



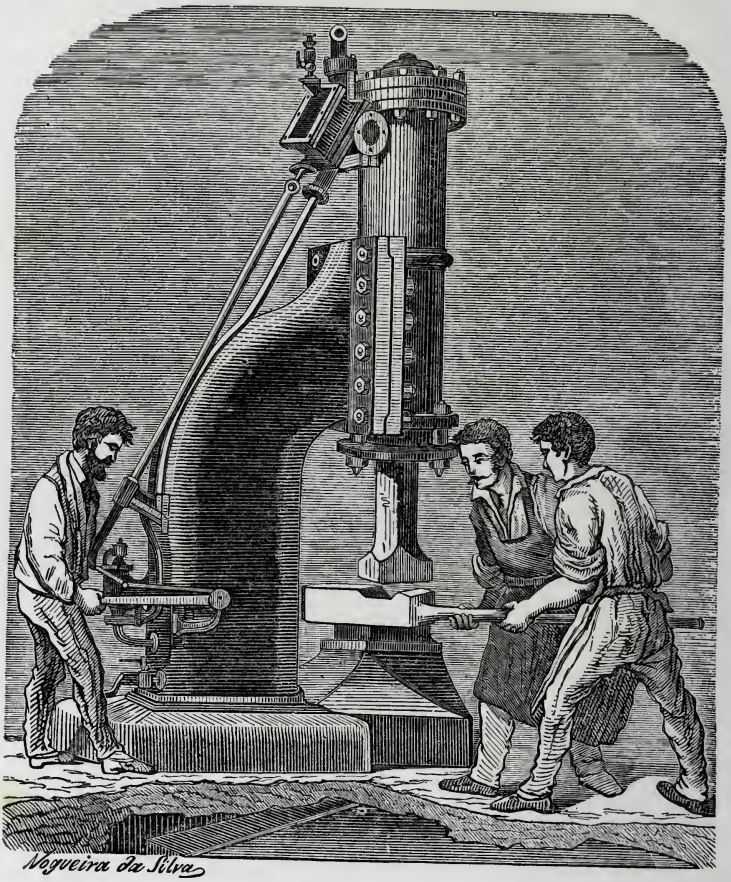
Regulador de força centrifuga de braços cruzados, de Farcot, de París

A disposição que o regulador tem para satisfazer áquellas condições é a seguinte: os braços *c' A'*, *c A*, cruzam-se, e as hastes ou bielles *D C*, *D' C'* que articulam com os braços perto das bolas do pendulo, têem a fórma curva, como se vê na figura, e cruzam-se tambem articulando inferiormente com o collar *I*, que determina os movimentos da torneira de introducção de vapor. Estas articulações inferiores das bielles estão sempre respectivamente nas mesmas verticaes *C c*, *C'c'*, que passam pelos pontos das articulações superiores dos braços que

sustêem as bolas. Abaixo do collar ou manga que articula com as bielles ha outro collar *I'*, que por meio de alavancas *J K L*, parafuso e engrenagem, governa a torneira de distribuição. O segundo collar está ligado a uma mola *S* fixa superiormente, a qual compensa a acção perturbadora que poderia exercer o acrescimo de força centrifuga quando as bolas se acham em uma posição muito elevada; a força da mola cresce á medida que as bolas se elevam. Um contrapeso equilibra e regularisa a acção da haste que actua sobre a admissão do vapor.

No regulador de Farcot os centros das bolas descrevem arcos de circulo que se confundem com arcos de parabola; ora como na parabola a subnormal é constante, e a subnormal n'este caso é igual ao comprimento do pendulo, isto é, á distancia do centro de suspensão ao plano horisontal passando pelos centros das bolas, segue-se que o tempo das revoluções é constante e portanto a velocidade é a mesma.

Não nos permitte a indole d'este trabalho entrar aqui na theoria do pendulo regulador de Farcot. Diremos só que elle foi examinado e estudado fazendo objecto de um relatorio especial da parte de M. Tresca, em nome da commissão das artes mechanicas na *Société d'encouragement pour l'industrie nationale,* em França. N'este relatorio M. Tresca approva o novo regulador, e recommenda-o como um apparelho seguro e indispensavel para todas as machinas de vapor, que tenham de ser applicadas a serviços em que pela sua natureza o trabalho haja de soffrer muitas variações; taes são os casos das fabricas de fiação, de moagem, laminadores, fabricas de instrumentos de cordas, pianos, harpas, etc.; para forjas, officinas de serrar, etc. Actualmente mais de trezentas machinas de vapor estão em França munidas do regulador de braços e bielles cruzadas de Farcot, e a experiencia tem mostrado que elle funcciona com a maior precisão.



Martelo a vapor, de Farcot, de Saint-Ouen.

5.º *Martello a vapor*. Na bella collecção de machinas expostas pela casa Farcot havia um martello a vapor que julgâmos dever mencionar e descrever.

É sabido que um martello ordinario a vapor se compõe essencialmente de um cylindro geralmente invertido e vertical, cujo pistão tem uma haste que sustem na parte inferior um pesado martello. O vapor actuando pela parte inferior do pistão fa-lo subir; e quando o pistão é chegado ao extremo limite do seu curso, o vapor é expulso, e o martello cáe pelo seu peso e bate sobre a peça que se quer forjar, a qual é collocada sobre a bigorna. É claro que n'este genero de machinas o effeito será tanto maior quanto maior for o peso do martello e quanto maior for a altura de onde caír.

No martello a vapor de Farcot, é sobre a face superior do pistão que actua o vapor, tendo 6 ou 7 atmospheras de tensão; por baixo ha uma contrapressão de vapor para fazer subir o pistão e levantar o martello. A grande superficie do pistão e a alta pressão do vapor permittem diminuir o curso do pistão, e ao mesmo tempo os golpes do martello são mais rapidos e fortes. O vapor actua por expansão, o que dá uma economia no seu gasto.

O vapor que exerce contra-pressão sobre a parte inferior do pistão do cylindro não se gasta; occupa este vapor tambem um reservatorio no interior do supporte de ferro fundido da machina. Logoque o vapor que faz descer o pistão se perde na atmosphera, o vapor do reservatorio faz subir o pistão e levantar o martello. Não ha pois no cylindro o chamado *espaço livre* inferior, que é o espaço que fica entre a base inferior do cylindro e a face inferior do pistão quando este se acha na parte mais baixa do seu curso e que nos martellos ordinarios é causa de perda de vapor. A contra-pressão do vapor regula por 2 atmospheras.

Para regular a força dos golpes do martello faz-se variar a pressão e a duração da entrada do vapor por

cima do pistão; para isso manobra-se a gaveta com toda a facilidade e rapidez por meio de uma alavanca, podendo interromper-se a entrada do vapor no cylindro em qualquer ponto do curso do pistão. Assim póde-se aproveitar a expansão do vapor no cylindro em que relação se quizer. A contra-pressão do vapor por baixo do pistão é uma verdadeira almofada que amortece os golpes do pistão, e evita assim as deteriorações que nos martellos ordinarios frequentemente se produzem.

O seguinte exemplo mostrará bem a superioridade dos effeitos d'estes martellos a vapor sobre os ordinarios.

Um martello a vapor ordinario pesando 1500 kilogrammas e caíndo de uma altura de $1^m,6$, dá um trabalho de $1500 \times 1,6 = 2400$ kilogrammetros. O peso de 1000 kilogrammas com um martello como aquelle que acabâmos de descrever, sendo a altura da sua quéda apenas $0^m,70$, tendo o pistão $0^m,50$ de diametro e sendo a pressão do vapor igual a 5 atmospheras (a atmosphera equivale a 1,033 kilogrammas por centimetro quadrado), daria para pressão effectiva sobre o pistão, incluindo a gravidade, 7000 kilogrammas proximamente, e portanto o seu trabalho seria igual a $7000 \times 0,70 = 4900$ kilogrammetros, não aproveitando a expansão. Para 6 atmospheras o effeito seria de 6300 kilogrammetros. Empregando a expansão a terça parte do curso, isto é, durante dois terços do curso do pistão, o effeito seria de 4200 kilogrammetros.

6.° *Caldeiras de apparelho tubular movel.* Entre outros objectos expostos pela casa Farcot & Filhos, de Saint-Ouen, merecem especial menção dois geradores ou caldeiras de vapor tubulares, tendo as fornalhas e o feixe de tubos moveis, para com facilidade se poderem limpar.

Cada uma d'estas caldeiras era da força nominal de 80 cavallos; a tiragem era produzida em uma chaminé de 30 metros de altura. Uma pequena machina especial da força de 1 cavallo alimentava estas caldeiras.

As caldeiras tubulares têem grandes vantagens, pois-que em pequeno volume produzem grande quantidade de vapor. O seu grande poder de vaporisação é devido ao grande numero de pontos de contacto que ha entre o calor e a agua. Como as chammas e productos da combustão sempre depositam nas paredes interiores dos tubos por onde circulam, é preciso limpa-los para os desobstruir; ora é claro que ha maior difficuldade em limpar os tubos fixos no interior de uma caldeira, do que em limpar uma caldeira sem tubos. Nas caldeiras de Farcot aquelle inconveniente é muito menor, porque todo o systema tubular e o fogão ligados entre si, são sustidos em toda a sua extensão por meio de rolos, collocados proximamente a um e dois terços da extremidade posterior da caldeira em um sentido transversal, os quaes podem rolar sobre duas corrediças mètallicas pregadas no corpo da caldeira.

Para limpar as caldeiras tiram-se as juntas que fixam o systema tubular e puxa-se este para fóra até ficarem os tubos completamente fóra das caldeiras. A parte anterior d'este systema movel, que é a correspondente á fornalha, sustem-se durante esta operação por meio de um rolo accessorio que se colloca na parte anterior e se fixa com um collar e parafuso. É n'esta posição que se limpa a caldeira, tirando todas as incrustações. Um instrumento especial com uma fórma de folha de serra e que attinge os tubos todos permitte fazer toda a sua limpeza sem ser necessario vê-los.

Estas caldeiras têem dois corpos cylindricos e parallelos no sentido longitudinal, *a*, *g*, communicando entre si por meio de dois grossos tubos verticaes *n*. O corpo superior tem agua até um terço de altura proximamente; o inferior é composto de um involucro *r*, onde se contém agua, e é atravessado longitudinalmente pelo systema tubular *p* e fornalha *q*; ficam assim os tubos completamente envolvidos pela agua. A superficie de aquecimento é de 135 metros quadrados.

No corpo superior se acha o fluctuador do nivel e valvula de segurança *c*, o tubo de vidro *e* indicador de nivel, uma outra valvula de segurança *d*, e o capacete *b* onde se abre o tubo *f* aductor do vapor; este tubo é fendido longitudinalmente na parte superior, e acha-se collocado dentro do corpo superior da caldeira communicando pelo orificio *f'* com o capacete *b*.

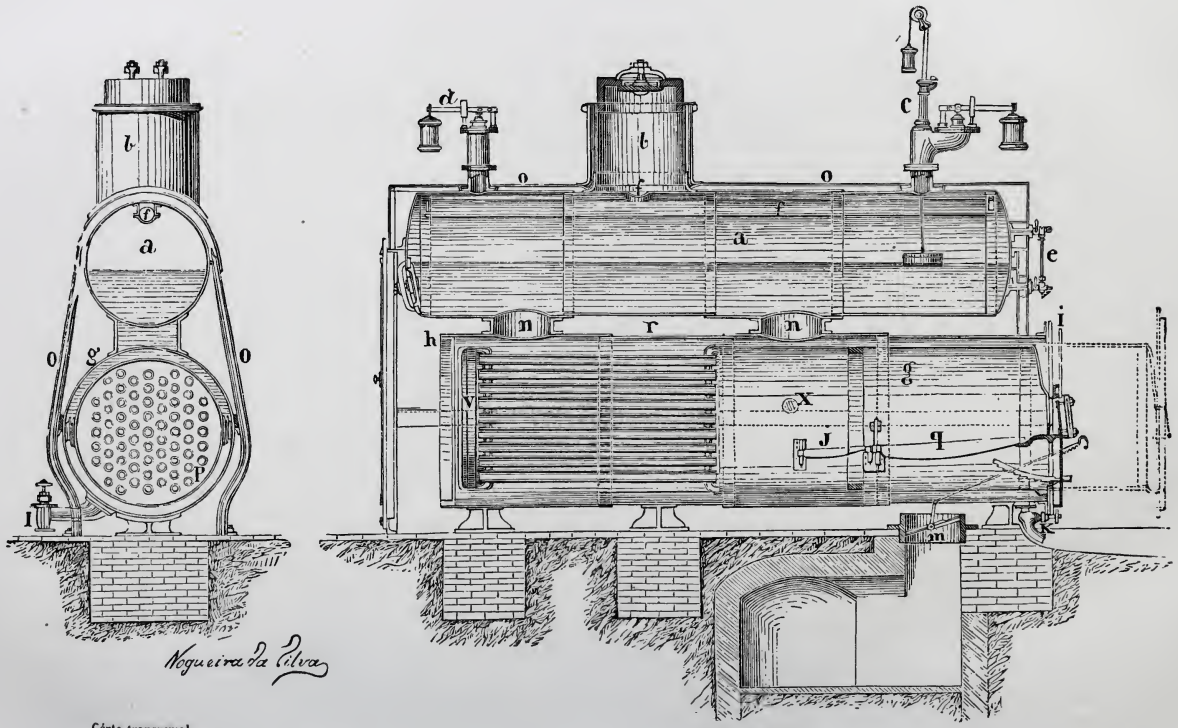
No corpo inferior temos a grelha ordinaria *q* e uma grelha supplementar *j*, a qual permitte em casos excepcionaes activar temporariamente o fogo e augmentar assim a vaporisação. A tiragem é regulada pelo registo *m*. Em *X V* estão os rolos que sustêem o systema tubular e as fornalhas; em *i*, *h* estão as juntas metallicas que ligam o apparelho movel ao corpo inferior da caldeira. As torneiras *K*, *I* servem para a alimentação e esgotamento da caldeira.

Os dois corpos da caldeira são envolvidos por um grande involucro *O*, de tijolo, ou feito de duas superficies concentricas de folha de ferro contendo um inducto plastico. Este involucro fórma um forno que concentra o calor evitando em parte as perdas pela irradiação.

Este typo de gerador de vapor reune as vantagens de um grande poder de vaporisação, contendo muita agua e vapor, uma grande superficie de aquecimento e camara de combustão, com uma grande secção para a passagem do fumo e productos da combustão, é grande facilidade de limpeza, apresentando ao mesmo tempo economia de combustivel.

Estabelecimento industrial de Farcot e filhos, em Saint-Ouen.—As officinas industriaes de Farcot, fundadas em París em 1823, e transferidas para Saint-Ouen em 1847, constituem um dos bons estabelecimentos fabris da industria das machinas de vapor em França. Occupam uma superficie de perto de 3 hectares, comprehendendo officinas especiaes de forja, fundição, caldeiraria, tornos, ajustamentos, montagem, modelos, etc.

Todas as differentes partes do estabelecimento indus-



Córte transversal.

Córte longitudinal.

Caldeira com apparelho tubular e fogão moveis, de Farcot, de Saint-Ouen.

trial de Farcot se acham hoje ligadas por um caminho de ferro.

A especialidade d'esta fabrica é a construcção de machinas de vapor fixas de cylindro horisontal, com expansão variavel, realisando grande economia de combustivel. Debaixo d'este ultimo ponto de vista, não julgâmos que até hoje algum outro estabelecimento tenha em geral conseguido mais do que a fabrica de Farcot e filhos, de Saint-Ouen.

Machina de Lecouteux. — Fornecia tambem a força motriz a uma parte das machinas da secção franceza da galeria do trabalho das artes usuaes, uma bella machina de vapor de Lecouteux. Era esta machina da força de cincoenta cavallos, do systema de Woolf, isto é tinha dois cylindros de diversos diametros verticaes, um junto ao outro com um involucro commum isolador para evitar grandes perdas pela irradiação. As hastes dos dois pistões articulavam por meio de parallelogrammos moveis com um grande balanceiro oscillante, o qual por meio de uma bielle e manivela imprimia movimento de rotação ao volante.

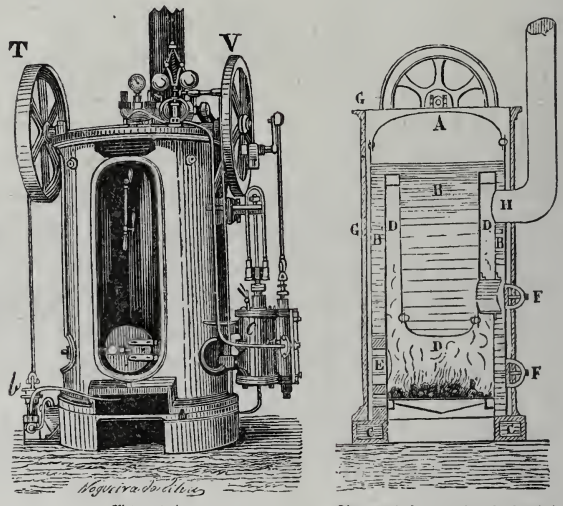
A machina de Lecouteux tinha uma particularidade, que era o ter tambem expansão no pequeno cylindro, a qual era variavel por meio de um regulador. O vapor depois de se dilatar no pequeno cylindro passava para o grande, no qual maior expansão ainda soffria. O volante d'esta machina fazia regularmente vinte seis voltas por minuto.

Alem de se achar bem executada, a machina de Lecouteux era ainda recommendavel por outra circumstancia, que era a grande economia de combustivel que realisava, pois apenas gastava 1,25 kilogrammas de carvão por cavallo e por hora.

Machina de Maulde e Wibart. — Figurava na exposição franceza das machinas de vapor, no grande annexo da mechanica geral do parque, entre muitas outras, uma pequena machina fixa montada sobre a sua caldeira que

por ser simples e apresentar ao mesmo tempo solidez, occupando pouco volume, nos parece dever ser descripta.

A caldeira da machina exposta por Maulde e Wibart, constructores em París, é vertical e acha-se contida no interior de uma grossa columna ôca *G* de ferro fundido a qual serve de supporte a todo o systema. Na base da columna ha uma cavidade onde está o cinzeiro e um reservatorio *C* da agua da alimentação.



Vista exterior — Córte vertical, passando pela chaminé

Machina de vapor fixa e portatil, de Maulde e Wibart, de París

A caldeira apresenta uma disposição especial; interiormente tem um grande canal ebullidor *B*, affectando a fórma de uma marmita; dentro d'este ebullidor, bem como no espaço annullar *B* da caldeira que o cerca, existe a agua. As chammas e productos da combustão percorrem os canaes *D* lambendo completamente a superficie exterior do ebullidor e as paredes internas do espaço annullar da caldeira, e sáem pela chaminé *H*. O combustivel é collocado sobre a grelha *D*, pela porta *E*. As duas capacidades da caldeira communicam entre si pelo postigo *F;* é tambem por esta abertura que se limpa o

ebullidor. A agua de alimentação collocada em *C* aquece-se pela irradiação da fornalha *D*, e pelo calor das cinzas que cáem no cinzeiro.

A machina acha-se completamente isolada da caldeira, é montada sobre a columna supporte; é de cylindro *c* vertical fixo, com expansão; a haste do seu pistão dá movimento ao volante *V* por meio da bielle e manivela. A bomba alimentar *b* tira agua do reservatorio e mette-a na caldeira. O vapor depois de actuar no cylindro é lançado na atmosphera. O tambor *T* transmitte o movimento para onde necessario for.

O typo d'estas machinas é vantajoso todas as vezes que se pretende obter a machina juntamente com a caldeira, occupando um espaço muito limitado.

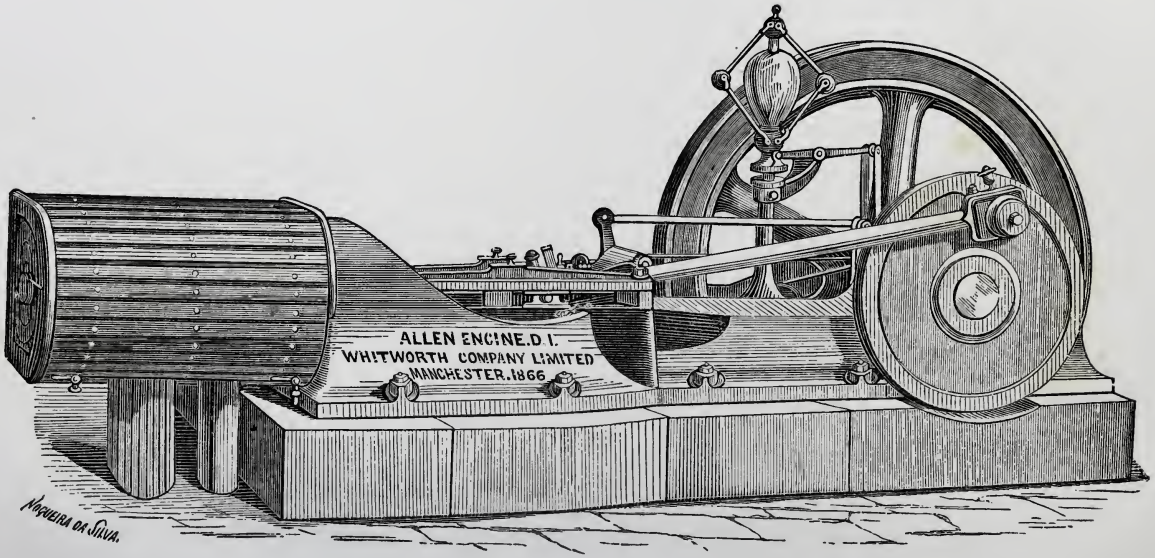
Machinas de Scott, Flaud, Duvergier e outros. — Citaremos ainda na exposição franceza das machinas de vapor fixas, algumas machinas que merecem o ser aqui mencionadas; taes são duas magnificas machinas de Woolf, de dois cylindros, com balanceiro, as quaes davam movimento a um mesmo volante regulador; estas machinas moviam possantes bombas prementes de longo pistão, as quaes alimentavam os depositos de agua estabelecidos no alto do campo do Trocadero, elevando 10:000 metros cubicos de agua em vinte horas á altura de 41 metros, e a 860 metros de distancia. Estas machinas, que faziam o serviço hydraulico da exposição, foram construidas por Thomás Scott, de Rouen.

O constructor Flaud, de París, expoz uma machina, que fornecia a força motriz de cincoenta cavallos a diversas machinas da secção americana, na qual havia dois cylindros fixos inclinados e conjugados, com expansão variavel. A caldeira d'esta machina tinha ebullidores e era tubular; este systema mixto de gerador é devido a Lecherf. A alimentação da caldeira era produzida por injectores de Giffard. O vapor depois de actuar nos cylindros era condensado em um grande apparelho, contendo um grande numero de tubos largos e chatos juxta-

postos de modo que apresentava numerosos pontos de contacto entre o vapor e a superficie fria. É este o systema dos *condensadores de superficie,* um dos aperfeiçoamentos que n'esta parte manifestava a exposição. É um grande melhoramento para a condensação do vapor tendo alta tensão. O vapor condensado é que alimentava a caldeira, havendo apenas a perda de um decimo proximamente.

Não terminaremos esta noticia sobre a exposição das machinas de vapor fixas da secção franceza sem mencionar uma grande machina de cylindro horisontal, revestido de involucro mau conductor do calorico, com expansão e condensação, da força de trinta cavallos, construida por Duvergier, de Lyon, com dois geradores tubulares de fornalhas oppostas; uma machina de cylindro horisontal, com involucro mau conductor e condensação, construida por Gavrian, de Lille, uma machina da acção directa com dois cylindros verticaes com expansão no de maior diametro, construida por Quillacq, da força de vinte cavallos, uma machina de cylindro horisontal com expansão variavel e condensação da força de trinta e cinco cavallos, construida nas officinas de Graffenstaden, uma machina de cylindro horisontal com expansão e condensação da força de trinta cavallos, construida por Boyer, de Lille, e outra de cylindro horisontal, com expansão variavel e condensação, da força de trinta e tres cavallos, construida por Coster, de París. Todas estas machinas forneciam força motriz á exposição franceza.

O constructor Albaret expoz uma machina de cylindro horisontal, com involucro mau conductor do calorico, com condensação, tendo um regulador gyroscopico, no qual ha um annel articulado cujo eixo atravessa o corpo do apparelho; este annel tem dentro a um lado uma massa de chumbo que lhe dá uma posição inclinada no estado de repouso; pela acção da força centrifuga levanta-se e approxima-se cada vez mais do plano



Machina de vapor, systema Allen, construida por Whitworth, de Manchester.

perpendicular ao eixo do instrumento, e n'este movimento faz subir o collar que envolve o eixo do regulador e que move as alavancas que regulam a abertura da torneira de introducção do vapor na machina.

Leveque, constructor em París, expoz um gerador de vapor, no qual a agua era aquecida por meio de gazes e vapores inflammaveis, por exemplo, o petroleo; estes vapores eram obrigados a passar em tubos arrastados por correntes de ar forçado.

Taes eram os mais notaveis specimens que observámos na numerosa collecção de machinas e caldeiras de vapor fixas que apresentou a França na exposição universal de París de 1867.

EXPOSIÇÃO INGLEZA

Machinas de Whitworth.—Era muito brilhante a exposição que apresentava na grande galeria do trabalho das artes usuaes, na secção ingleza, o celebre constructor de Manchester, J. Whitworth, muito conhecido pela sua especial espingarda de precisão, bem como pela invenção da peça de carregar pela culatra, de um systema muito original. Compunha-se a exposição do notavel fabricante inglez de uma grande collecção de tornos, machinas de aplainar, brocar, raiar a alma das bôcas de fogo e das armas, e outras machinas que emprega a acreditada fabrica do habil artista inglez. Não era por certo das cousas menos curiosas da exposição ver dar ás balas oblongas da artilheria Whitworth a fórma de prismas hexagonaes torcidos que caracterisam a original invenção do industrial de Manchester. Não é objecto d'este nosso trabalho a apreciação d'este genero de machinas em que prima a acreditada fabrica de Manchester, e das quaes a exposição universal de París apresentava magnificos specimens; limitar-nos-hemos portanto só a fallar das machinas de vapor expostas pelo illustre fabricante inglez.

O typo das machinas de vapor expostas e construidas por Whitworth era do systema Allen. N'estas machinas o cylindro é fixo e horisontal e acha-se revestido de um involucro mau conductor do calorico que abrange cylindro e distribuidor de vapor, de modo que esta cobertura abrigadora e destinada a preservar da irradiação do calorico e portanto do esfriamento, não tem a fórma cylindrica. A machina de Allen é de acção directa. Por uma disposição muito favorita dos constructores inglezes a bielle em logar de articular com uma manivela articula com uma roda fixa sobre o eixo do volante, sendo a articulação collocada proximamente a tres quartos do eixo da dita roda.

O regulador d'esta machina é o pendulo conico, disposto porém de um modo um pouco differente do ordinario; é o regulador denominado de systema Porter. Nas duas bolas fixas nas extremidades dos braços do regulador articulam duas hastes ou bielles inferiores; o collar inferior sustem um corpo de fórma ellipsoidal ou oval, o qual envolve o eixo de rotação do pendulo; este collar por meio de alavancas regula a marcha da machina actuando directamente sobre o mechanismo da expansão, em logar de actuar sobre a torneira de distribuição; é sobre o curso das gavetas do distribuidor que o regulador actua. Quando anda depressa demais, a força centrifuga, augmentando, afasta as bolas, o collar sobe, e por meio das alavancas actua sobre as gavetas, diminuindo o seu curso e tornando menores os orificios de entrada do vapor, d'onde resulta pois que a velocidade da machina ha de diminuir; o contrario succede quando a machina anda mais devagar.

O regulador de força centrifuga de Porter é mais sensivel que o pendulo conico ordinario, o que é devido ao pequeno peso das suas espheras; o grande peso do ellipsoide ao centro equilibra os excessos da força centrifuga nas grandes velocidades.

A expansão na machina de Allen verifica-se geral-

mente na quinta parte do curso do pistão. A pressão do vapor é muito alta, pelo menos de quatro atmospheras. Apesar porém de ser machina de alta pressão, póde ter condensação. O condensador é então collocado por baixo tendo as bombas uma posição vertical. Todo este apparelho para a condensação do vapor occupa muito pequeno espaço e está perfeitamente bem disposto.

Apesar da velocidade da machina de Allen ser muito grande, pois o pistão não percorre menos de tres metros por segundo, comtudo todos os seus orgãos estão ligados tão harmonicamente, e as suas dimensões são tão bem calculadas, que apresentam um estado satisfactorio de duração, mesmo depois de alguns annos de serviço. As gavetas, já pelas suas dimensões, bem como as dos seus orificios, já como tambem pela grandeza do curso de seus movimentos, estão perfeitamente adaptadas a effectuar rapida e regularmente a admissão, suppressão e expulsão do vapor, qualquer que seja a velocidade do pistão e a pressão do vapor.

Este mesmo typo de machinas póde funccionar sem condensação, sendo n'este caso mais simples e menor o seu preço de custo, porém mais dispendioso o seu custeio para obter a mesma pressão effectiva.

Figurava tambem na exposição do celebre constructor de Manchester, uma machina, em que a caixa de vapor ou distribuidor era revestida na face superior apenas por uma lamina de vidro, de modo que se via perfeitamente o modo por que funccionavam as gavetas dentro do distribuidor, para regular a entrada do vapor ora por um ora por outro lado do pistão, bem como a suppressão da communicação do cylindro com a caldeira para produzir a expansão.

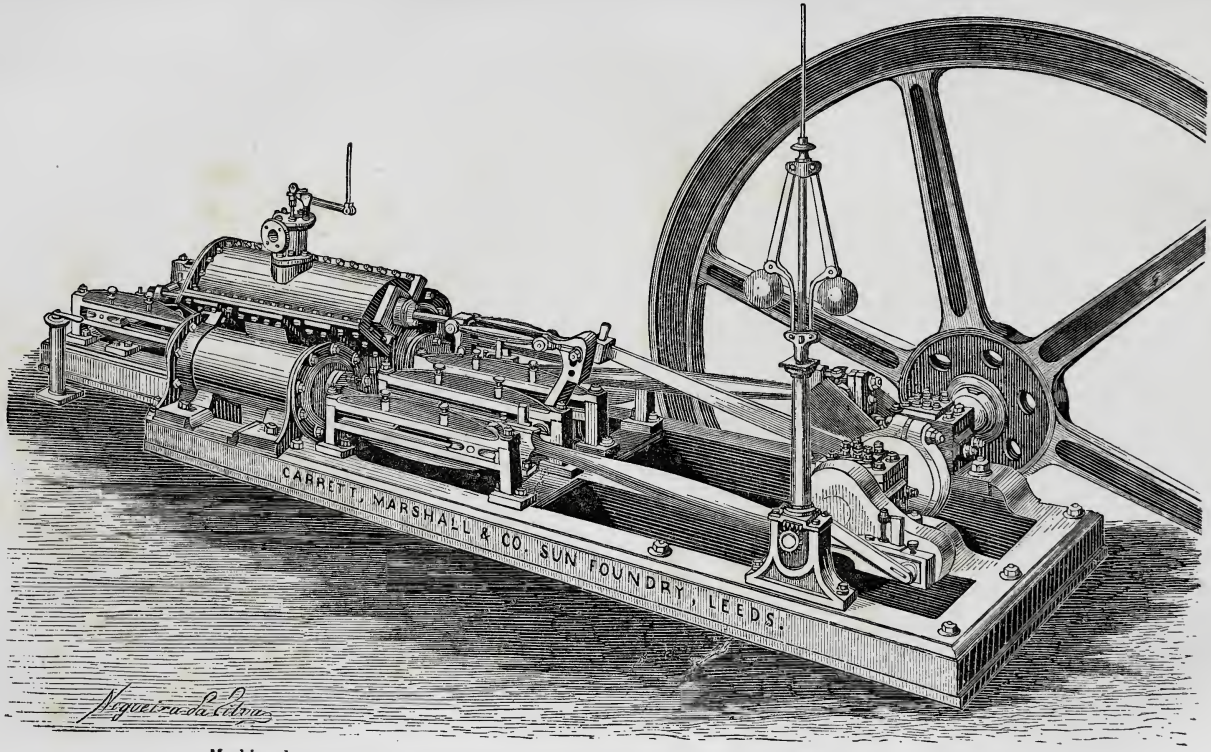
Em todos os objectos expostos por Whitworth se notava uma perfeição de execução, como usa o celebre constructor, e que o torna talvez unico no seu genero. As mais pequenas peças, os mais insignificantes orgãos, os mais grosseiros instrumentos que sáem das officinas

d'aquelle habil artista apresentam sempre um certo cunho de bem acabado e de boa execução, que faz com que se distingam immediatamente de todo os seus congeneres feitos em outras officinas.

Machinas de Carrett, Marshall & C.ª—Os constructores Carrett, Marshall & C.ª, de Leeds, em Inglaterra, expozeram entre outras, uma bella machina de vapor de dois cylindros horisontaes fixos, um de maiores dimensões que outro.

N'esta machina o vapor actua no menor cylindro á alta pressão de quatro atmospheras pelo menos; depois de actuar sobre o pequeno pistão o vapor passa para o grande cylindro que se acha ao lado, onde vae actuar por expansão, segundo o principio das machinas de Woolf; mas a disposição na machina de Carrett é diversa, porque os pistões dos dois cylindros movem-se em sentido opposto. D'aqui resulta uma grande vantagem, que é o existirem os orificios de communicação dos dois cylindros muito perto um do outro, por isso que o lado anterior de um cylindro communica com o lado anterior do vizinho, e do mesmo modo as suas faces posteriores, emquanto que no systema ordinario de Woolf, a parte anterior de um dos cylindros communica com a posterior do outro e reciprocamente, o que exige longos canaes de communicação que se cruzam e cuja grande extensão é uma causa de esfriamento e diminuição de tensão do vapor.

O pistão do grande cylindro já tem algum avanço quando recebe o vapor que actua no pequeno cylindro, de modo que o vapor passa para o grande cylindro tão livremente como se se escapasse para a atmosphera. Obtem-se na machina ingleza mencionada, com uma só gaveta e com as communicações directas mais curtas entre os orificios dos dois cylindros, uma expansão continua e não interrompida. O vapor tambem póde igualmente actuar por expansão no pequeno cylindro, o que dá maior economia de combustivel.



Machina de vapor, com expansão em dois cylindros, construida por Carrett, Marshall & C.ª, de Leeds.

A disposição dos movimentos oppostos dos pistões dos cylindros tambem tem a vantagem de empregar duas bielles que têem com as respectivas manivelas uma posição tal, que se equilibram, de modo que não ha, por assim dizer, pontos mortos, poisque quando uma das bielles se achar sobre a sua manivela, ponto morto em que se não transmitte o movimento, a outra bielle acha-se forçosamente em posição em que tem acção e transmitte o movimento ao eixo de rotação.

Na machina de que nos occupâmos o vapor depois de actuar nos dois cylindros é condensado; tanto o condensador como as bombas se acham na parte inferior por baixo do supporte do mechanismo; as bombas são geralmente verticaes.

Bombas a vapor de Carrett.—A mesma casa Carrett, Marshall & C.ª expoz uma bomba a vapor, ou machina hydraulica elevatoria, a qual fazia o serviço de alimentar as caldeiras de vapor da secção britannica do parque, e que é de uma disposição simples e bem combinada.

Sobre o mesmo supporte de ferro se acha a machina de vapor e uma bomba aspirante ou premente; havendo alem d'esta uma outra pequena bomba premente destinada a alimentar a caldeira d'esta machina de vapor.

Obtem-se d'este modo uma verdadeira machina hydraulica elevatoria a vapor, completa e muito simples, que se póde facilmente transportar para onde necessario for, para esgotar reservatorios, para seccar lagos, para elevar agua a grandes alturas, etc.

Todas estas bombas, construidas por Carrett e Marshall, têem reservatorios de ar, tanto para a aspiração como para a compressão, a fim de que os jactos da agua sejam continuos.

A disposição das machinas de vapor adoptadas para moverem estas bombas é variavel. Na maior parte das vezes o cylindro é vertical e collocado na parte superior em posição invertida; algumas vezes é direito e a machina tem uma transformação do movimento rectilineo

alternado em circular continuo do systema Maudslay, isto é, a haste do pistão tem uma travessa horisontal superiormente, nos extremos da qual se articulam duas bielles que articulam com as manivelas do eixo do volante. As bombas, sendo destinadas a elevar agua a grandes alturas, ou a soffrer grandes pressões, têem os pistões longos e cylindricos, occupando toda a largura dos seus corpos ou cylindros. O primeiro typo de machinas de vapor é o adoptado para a alimentação das caldeiras.

Quando as bombas têem de ser destinadas a esgotar agua de poços muito profundos, e quando a altura da aspiração, isto é, a altura do corpo da bomba sobre o nivel da agua no reservatorio é maior que $7^{m},5$, empregam os constructores inglezes Carrett e Marshall uma disposição differente; a machina de vapor n'este caso tem o cylindro em uma posição vertical e acha-se na parte superior invertido; a haste do seu pistão dá movimento ao volante por meio de uma bielle e manivela.

A machina deve ser collocada sobre a parte superior do poço; e o seu eixo por meio de uma longa bielle dá movimento á haste do pistão da bomba, a qual assim póde ser collocada dentro do poço a que profundidade se quizer. Quando não é possivel collocar a machina de vapor sobre o poço, mas sim a certa distancia ao lado, prolonga-se então o seu eixo ou arvore até passar acima do poço, e é n'esta parte do eixo que se acha a bielle que faz mover o pistão da bomba collocada dentro do poço.

É claro que estas machinas de vapor podem servir para outro qualquer fim, quando não haja necessidade de fazer uso de bombas especiaes.

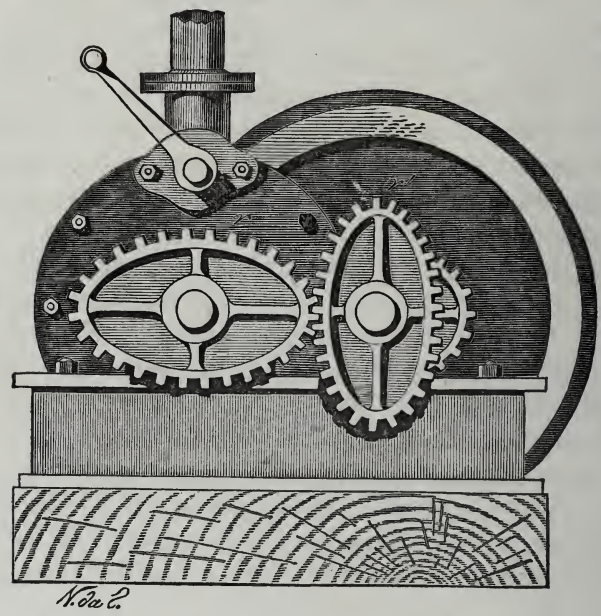
Machinas de Donkein.—Figurava na secção ingleza da grande galeria do trabalho das artes usuaes uma machina de vapor de cylindro horisontal com involucro mau conductor do calorico, construida por R. Donkein, bem como uma grande machina de furar rochas movida pelo ar comprimido. O pistão de um pequeno cylindro

onde actuava o ar comprimido dava movimento a uma grande roda cylindrica guarnecida de muitas brocas na circumferencia de uma de suas faces; um mechanismo especial fazia com que em cada vai-vem da haste da roda esta descrevesse um pequeno arco do circulo em torno do seu eixo, abrindo assim diversos furos simultaneos na mesma rocha. Uma grande pedra com canaes escavados pelas brocas d'aquella machina, mostrava o effeito do possante instrumento mechanico posto em movimento pelo ar comprimido por uma machina de vapor. Grande concorrencia de espectadores rodeava sempre as machinas de Donkein, durante todo o tempo que ellas funccionavam.

Machina rotativa de Thomson.—A exposição universal de 1867 apresentou diversos specimens de machinas de vapor rotativas; na secção ingleza vimos não menos de quatro. Isto mostra as tentativas que continuam a ser feitas para resolver satisfactoriamente o problema da machina de vapor de rotação immediata, isto é, da machina em que o vapor produza immediatamente pela sua acção directa o movimento de rotação; as vantagens de um tal systema resultam evidentemente da simplicidade da machina, que por assim dizer fica reduzida a um só orgão, aquelle em que actua o vapor. Mas se theoricamente o systema das machinas chamadas rotativas é o que deve melhor utilisar a acção do vapor, e mais aproveitar do trabalho do possante motor, poisque se supprimem todos os orgãos que nas machinas ordinarias realisam as transformações do movimento rectilineo, produzido pelo vapor, no movimento de rotação, e que portanto absorvem um certo trabalho, comtudo até hoje a pratica ainda não pôde realisar os principios theoricos, porque o gasto de vapor, a irregularidade do seu serviço, e a rapida deterioração dos diversos orgãos, têem sido inconvenientes que mais ou menos têem apresentado os diversos systemas de machinas rotativas até hoje inventadas, inconvenientes que, debaixo do ponto

de vista economico sobretudo, as collocam muito abaixo das machinas de vapor ordinarias.

Das diversas machinas rotativas expostas pela Gran-Bretanha, só aqui descreveremos uma, aquella que nos pareceu superior na disposição do seu mechanismo, a



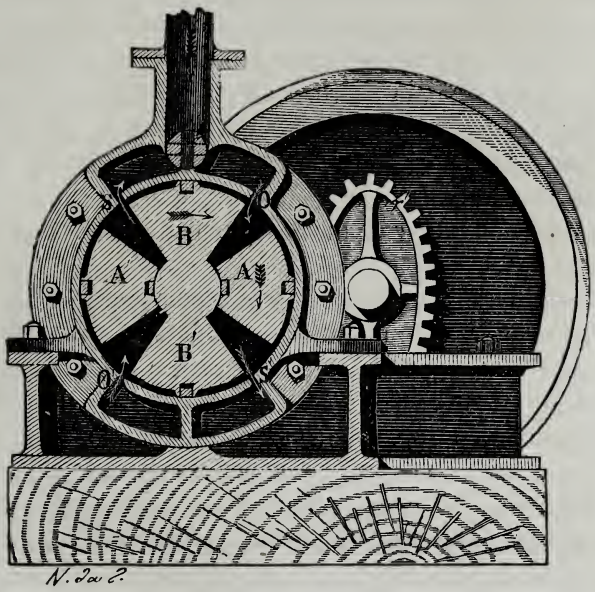
Machina de vapor rotativa, de Thomson, de Edimburgo. Vista exterior.

machina de rotação immediata de W. Thomson, de Edimburgo.

Na machina rotativa do constructor escocez ha dois duplos pistões ou rodas *AA'*, *BB'*; cada um d'estes pistões tem um eixo com uma roda dentada elliptica *r*, que engrena com outra roda tambem elliptica *r'*, montada sobre o eixo ou arvore principal da machina; a engrenagem d'estas rodas ellipticas faz-se de tal modo, que quando o eixo de uma é horisontal o da outra está vertical.

Cada pistão ou roda é formado de dois sectores *AA'*, *BB'*; ambos os pistões têem um eixo commum que é o

do cylindro; os quatro sectores estão respectivamente dispostos de modo que dividem a circumferencia a distancias consecutivas de 90°. Os intervallos dos orificios de entrada e saída do vapor em cada meia circumferencia do cylindro são de 67° 30′; os orificios de entrada ficam diametralmente oppostos e bem assim os de saída.



Machina de vapor rotativa de Thomson. Córte vertical

Quando um dos sectores *A* de um dos pistões passa alem de um dos orificios *o* de entrada do vapor, este actua sobre a sua face posterior para o fazer avançar no movimento de rotação em torno do seu eixo; ao mesmo tempo actua sobre a face *B* anterior do sector do outro pistão, tendendo a faze-lo retrogradar; estas forças neutralisar-se-íam se actuassem sobre a mesma alavanca para dar movimento á arvore da machina; mas como quando a roda elliptica de um tem o pequeno eixo engrenando com o grande da roda elliptica da arvore, tem a roda elliptica do outro o grande eixo engrenando

com o pequeno da roda elliptica da arvore, segue-se que predominará sempre a acção d'aquelle que actuar pelo pequeno raio da sua roda sobre o grande da roda da arvore, e como alternam, o movimento far-se-ha sempre no mesmo sentido; e com effeito, quando o sector *A* ultrapassar o orificio de entrada do vapor, este actua sobre a face posterior de *A* para o fazer avançar, e sobre a anterior de *B* para fazer retrogradar, mas agora o primeiro actua pelo pequeno raio da sua roda elliptica sobre o grande raio da roda elliptica da arvore, e portanto é a que predomina; quando *B* tomar a posição de *A*, actua pelo pequeno raio da sua roda elliptica sobre o grande raio da roda da arvore, e portanto é o que então predomina, e o movimento continua sempre no mesmo sentido.

É claro que o effeito é duplo, poisque quando, por exemplo, o vapor que entra em *o*, actua sobre os sectores *A*, *B* do modo por que dissemos, o que entra em *o'* actua sobre os sectores *A'*, *B'*, produzindo um effeito analogo que concorre para o movimento no mesmo sentido.

Tambem é evidente que ao mesmo tempo que o vapor da caldeira entra pelos orificios *o*, *o'*, o que já actuou sáe pelos orificios *s*, *s'*.

A disposição de um unico cylindro que apresenta esta machina, com os dois pistões de mesmo eixo no seu interior, é bem imaginada e superior á de dois cylindros de eixos excentricos; o contacto entre os pistões e a superficie cylindrica que os envolve é mais intimo.

A machina de Thomson tinha uma grande velocidade, mais de 400 voltas por minuto. Funccionava com movimento doce e sem grandes trepidações.

O vapor podia actuar, ora n'um ora n'outro sentido, invertendo-se para isso a posição da torneira de distribuição *t* com toda a facilidade. Não tinha porém expansão; mas nada obsta a que em tal systema se possa aproveitar a expansão do vapor.

A machina de Thomson tem um inconveniente, que é a difficuldade de construcção de rodas de engrenagem ellipticas, para transmittirem reciprocamente o movimento sem choques nem trepidações. É esta uma idéa muito engenhosa, mas que já não é nova. Alem d'isso n'esta, como em geral nas machinas rotativas, os cylindros deterioram-se irregularmente pelas fricções dos pistões. Entretanto a machina de Thomson tem muito merecimento e póde ser applicada com vantagem em certos casos, por exemplo, para os guinchos de vapor a bordo dos navios. Na exposição havia tambem uma locomovel munida de duas machinas rotativas de Thomsom, para darem movimento a um guindaste.

Martellos a vapor de Twaithes e Carbutt.—A conhecida casa de Twaithes e Carbutt, de Bradford, no Iorkshire, expoz um grande martello a vapor, sendo o cylindro e martello verticaes segundo a fórma mais usada. Alem d'isso expoz um pequeno martello duplo horisontal; esta machina permitte forjar simultaneamente as duas faces oppostas de uma mesma peça. Serve com vantagem tambem para soldar peças de ferro aquecidas ao rubro branco. Consta de dois martellos horisontaes com o mesmo eixo, os quaes recebem movimento de um cylindro de vapor vertical, collocado na parte inferior; o movimento rectilineo e simultaneo dos dois martellos faz-se em sentido opposto. Serve este martello para forjar peças de grande dureza.

Martello a vapor de Davies.—Chamava a attenção na exposição ingleza um martello a vapor, construido por D. Davies, de Newport. Este martello, que tinha cabo como um martinete, podia ter movimento oscillante em qualquer plano por meio de uma machina de vapor, que podia girar em um annel horisontal que servia de supporte.

Póde este martello elevar-se a diversas alturas e ser dirigido para qualquer lado sobre alguma das bigornas que o rodeiam.

Injectador automatico de Giffard, por Sharp, Stewart e C.ª —É muito conhecido o injectador de Giffard, para a alimentação das caldeiras de vapor, ou para qualquer outro fim, em que se pretenda elevar agua por meio da velocidade que lhe imprime a acção directa do vapor. Havia na exposição muitos specimens d'estes injectores. Os constructores Sharp, Stewarth e C.ª, de Manchester, expozeram uns injectadores de Giffard automaticos, nos quaes o tubo conico inferior póde entrar mais ou menos no respectivo canal, segundo predomina a pressão do vapor na abertura larga ou a pressão da agua em uma abertura que tem inferiormente.

Guindastes a vapor de Shanks e Appleby. —Figurava na grande galeria das machinas, na secção ingleza da exposição, um guindaste a vapor de Shanks, de Londres. Tinha esta machina uma pequena caldeira vertical, que alimentava uma machina, cujo cylindro, tambem vertical e direito, por meio do seu pistão, bielle e manivela, dava movimento á serie de engrenagens que compunham o guindaste. Todo o machinismo se achava montado em um carro com rodas, para ser facilmente transportado para onde necessario fosse. O guindaste a vapor de Shanks achava-se exposto na classe LII, e com effeito era destinado ao serviço especial da exposição. Tinha servido para levantar e descarregar as caixas com os diversos productos destinados a figurar na secção ingleza da exposição, por occasião da sua installação, e devia fazer um analogo serviço depois do encerramento da exposição.

Um guindaste de Appleby, analogo ao anterior e podendo ser manejado á vontade, a vapor ou á mão, era igualmente destinado ao mesmo serviço mechanico da exposição.

Machina de bater estacas de Sissons e White. — Os constructores Sissons e White, de Hull, expozeram uma machina de bater estacas a vapor, da qual julgâmos dever aqui dar uma noticia por apresentar certas van-

tagens sobre as machinas ordinarias, quer á mão, quer a vapor.

A machina exposta por Sissons e White compõe-se de um macaco ordinario, tendo na base do supporte uma machina de vapor, de caldeira vertical com cylindro vertical e invertido, dando movimento a uma arvore por meio da respectiva bielle e manivela, e fazendo mover por meio de umas engrenagens e cadeia um grande peso, o qual se eleva até encontrar uma alavanca que o desprende e faz caír sobre a estaca. Póde caír facilmente mais de doze vezes por minuto, elevando-se á altura de 1 ou 2 metros. A machina exposta tinha 12 metros de altura, podendo lançar estacas de 10 metros.

As principaes vantagens d'esta machina sobre outras analogas, consistem no preço mais baixo do seu custo, na facilidade que ha em a transportar, sobretudo em vias ferreas, por ser muito leve e munida de rodetes, bem como a facilidade de a virar para fazer face a qualquer dos lados, girando em torno de um eixo sobre um estrado inferior no qual assenta.

Machinas de Clayton, Mathew, Walker, Robinson, etc. Não terminaremos esta noticia sobre as machinas de vapor expostas na secção britannica da grande galeria das machinas, sem nomear uma magnifica machina de vapor de cylindro horisontal com expansão variavel, obra prima de execução, construida por Clayton Shuttleworth; uma machina de vapor de Matthew dando movimento a bombas que podiam servir como bombas aspirantes para o esgotamento ou *vice-versa* para elevar agua a certa altura, bem como tambem uma machina de vapor do mesmo dando movimento a uma bomba rotativa heliçoidal de Gwynne; uma bomba a vapor para incendios de Merrywheater; uma bella machina de cylindro horisontal de Walker, e finalmente um grande laminador recebendo movimento de uma machina de vapor de Robinson.

Sem nada apresentarem de especial, estas machinas

eram bons specimens da applicação, por assim dizer individual, do vapor como motor proprio de diversas machinas operando trabalhos especiaes.

EXPOSIÇÃO BELGA

Postoque a Belgica seja um pequeno paiz, comtudo a sua situação geographica, a riqueza mineira que offerece o seu solo, e a indole dos seus habitantes, tornam a sua industria extremamente florescente. Pelo que diz respeito ao assumpto de que n'este relatorio agora nos occupâmos, a Belgica construe e exporta consideravel numero de machinas de vapor; depois das quatro grandes potencias industriaes, Inglaterra, França, Allemanha e Estados Unidos, cabe-lhe sem duvida o primeiro logar na industria das outras nações; não soffrendo mesmo em nada a sua reputação quando se comparam os productos da sua industria de machinas de vapor com os que nos apresentam as grandes nações acima mencionadas. Na exposição universal de París, o pequeno paiz industrial sustentou dignamente a luta no grande certame do trabalho, ao lado dos seus poderosos e ricos vizinhos.

Machina de Houget e Teston. — Fazia o serviço mechanico da exposição, fornecendo a necessaria força motriz aos diversos apparelhos e machinas da secção belga da grande galeria do trabalho das artes usuaes, uma excellente machina de vapor de cylindros horisontaes revestidos de um involucro mau conductor de calorico da força de quarenta cavallos, construida por Houget e Teston, de Verviers.

Machina de Vandenkerchoven. — O habil constructor de Gand, Prosper Vandenkerchoven expoz duas machinas de vapor, ambas de cylindros horisontaes, uma tendo um só cylindro e a outra tendo dois de diversos diametros, em que era applicado o principio da expansão de Woolf.

Como já dissemos, nas machinas de Woolf a expan-

são faz-se no grande cylindro, para o qual o vapor passa depois de ter actuado a plena pressão no pequeno cylindro; encontrando maior espaço dilata-se o vapor e d'esta expansão resulta o movimento do grande pistão. A vantagem d'este systema, a mais importante, é a economia de combustivel que resulta do melhor aproveitamento do trabalho, e portanto do calorico do vapor, em igualdade de força, do que nas outras machinas. Mas alem d'isso possuem estas machinas certas qualidades mui apreciaveis, como são: a doçura do movimento e a ausencia de sacudidelas ou trepidações, que são mui difficeis de evitar nas machinas de um só cylindro de grande diametro, menor fadiga dos diversos orgãos do mechanismo e maior regularidade do movimento, devida a estarem os pistões sujeitos simultaneamente a pressões differentes, cujos excessos variam menos do que nas machinas de um cylindro.

As machinas de dois cylindros de Vandenkerchoven apresentam porém algumas particularidades importantes. Em primeiro logar são machinas de acção directa, com os dois cylindros horisontaes; alem d'isso os dois pistões em logar de caminharem no mesmo sentido, como forçosamente tem de succeder nas machinas ordinarias de balanceiro do systema Woolf, caminham em sentido contrario, de modo que quando um dos pistões exerce esforço de tracção sobre o eixo, o outro exerce esforço de pressão.

A marcha alternativa do sentido do movimento dos dois pistões tem a vantagem de diminuir os espaços nocivos; assim resulta da comparação da machina de que agora nos occupâmos com uma das boas machinas de balanceiro do systema Woolf, construida por Farcot, que n'aquella o espaço perdido é metade do que aquelle que existe n'esta ultima; e é forçoso que isto assim succeda, porque no systema em que o movimento dos dois pistões se faz no mesmo sentido, os canaes de communicação entre os dois cylindros cruzam-se de alto a baixo

de um a outro cylindro, e são portanto muito maiores do que quando os pistões marcham em sentido opposto, porque n'este caso os canaes communicando directa e respectivamente as faces anteriores e posteriores dos dois cylindros são mais curtos.

O systema de marcha inversa dos pistões já tinha sido applicado, porém com menos feliz exito, por diversos constructores, taes foram Gavrian, de Lille, Elder e Randolf, de Glasgow, etc.; entretanto já as machinas d'estes diversos constructores apresentavam certa vantagem. Já fallámos de uma machina d'este genero exposta na secção ingleza por Carrett Marshall e C.ª, a qual apresentava muito boas disposições e consideraveis melhoramentos. Mas a machina do constructor belga primava a todas as outras n'este genero.

A relação dos diametros dos dois cylindros na machina de Vandenkerchove é geralmente de 1 : 4. Experiencias numerosas feitas pelo constructor belga mostraram que haveria desvantagem em augmentar aquella relação. Os cylindros são envolvidos por camisas fundidas de um só jacto, e nas quaes circula o vapor antes de entrar nos cylindros. A fim de que a condensação do vapor não dê logar á necessidade de estar sempre a abrir as torneiras de sangrar para expulsar a agua, o que exige a attenção e os cuidados de um fogueiro ou machinista, ha em todos os orificios de saída uma inclinação que faz que a agua escorra naturalmente para os pontos mais baixos. Alem d'isso os cylindros são tambem munidos de uma torneira de purgação para expulsar o vapor condensado até ás valvulas de expansão.

Outra particularidade da machina de que tratâmos é o ter tambem expansão no pequeno cylindro. As valvulas de introducção do vapor nas extremidades d'este cylindro são equilibradas e acham-se muito perto da sua superficie; são movidas por dentes heliçoidaes de curso variavel, dispostos de modo a poderem fazer entrar diversas quantidades de vapor desde um quinto do curso

do pistão até ao fim. A disposição do condensador e das grandes aberturas por onde o vapor se escapa do grande cylindro, permitte obter uma condensação tal que a pressão baixa a $0^m,10$ de altura do mercurio no manometro do condensador.

Na machina de um cylindro, exposta pelo mesmo constructor, notavam-se tambem aperfeiçoamentos analogos. A expansão n'esta machina é variavel, e regula-se por um mechanismo analogo ao da primeira.

As machinas de que acabâmos de dar uma resumida noticia mostravam bem os cuidados e a attenção que a pequena nação belga presta ao aperfeiçoamento dos motores de vapor; e os principios que presidiram á sua construcção merecem ser tomados em consideração por todos os que se occupam de machinas de vapor, sobretudo debaixo do ponto de vista economico.

Machinas de Carels.—O estabelecimento de construcção de machinas de Ch. L. Carels, de Gand, expoz uma bella machina da força de 100 cavallos, systema Woolf, de balanceiro, especialmente destinada a dar movimento a diversas machinas de fiação.

Na machina de vapor exposta por Carels, para poder levar a expansão até ao seu ultimo limite, o grande cylindro tem uma camisa, por onde circula o vapor vindo directamente da caldeira, o que tem a vantagem de communicar ás paredes do cylindro o calor sufficiente para evitar a condensação do vapor durante a sua dilatação no grande cylindro, permittindo á expansão produzir o seu effeito util até ao ultimo limite possivel. Como têem ás vezes occorrido certos accidentes aos cylindros que formam corpo com os involucros ou camisas, o constructor fez os cylindros completamente independentes das camisas, sendo introduzidos por meio da prensa hydraulica, e os fundos e os tampos applicados convenientemente, ficando as juntas bem ligadas de modo que qualquer movimento é impossivel.

O pequeno cylindro tambem n'esta machina tem ex-

pansão regulada por meio de gavetas; as que regulam a entrada do vapor no cylindro são movidas por meio de excentricos; as que regulam a expansão são movidas por *dentes ou linguetes especiaes*, que escorregam sobre uma calheta fixada sobre a arvore. O mechanismo distribuidor tem tres andares; um que serve para a expansão começar na quarta parte do curso do pistão, outro para começar em metade e outro para começar a dois terços do dito curso. Cada um d'estes andares tem duas saliencias: uma para a admissão do vapor, outra para puxar a gaveta para a posição que occupava antes da abertura dos orificios da passagem do vapor, isto é, para produzir a expansão. Um quadro muito solido, munido de dois rolos de aço, liga o dente á gaveta, imprimindo a esta o necessario movimento. Como os rolos estão sempre em contacto com os dentes, não ha necessidade de empregar molas para amortecer os choques; qualquer que seja a velocidade da machina, abrem-se e fecham-se os orificios das passagens do vapor sem haver grandes choques.

O grande cylindro tambem é munido de distribuidor com gavetas, sendo porém aqui o seu curso apenas de tres centimetros para aberturas de seis centimetros. Como o vapor chega ao grande cylindro com menor pressão, é necessario dar-lhe largas entradas para facilmente penetrar no seu interior e estabelecer-se immediatamente o equilibrio dynamico das forças motoras e resistentes.

Os pistões empregados nos cylindros da machina de Carels são similhantes aos das locomotivas; compõem-se de circulos ou anneis sobrepostos, tendo um annel concentrico, em que estão atarrachados os parafusos que ligam as molas, completamente livre no meio dos pistões, ficando independentes das hastes; esta disposição é muito vantajosa porque se póde fazer o ajustamento dos pistões contra as paredes dos cylindros sem ser necessario attender á direcção das hastes d'esses pistões. É este um detalhe importante, porque muitas vezes nos

cylindros ordinarios, em que a haste do pistão é ligada aos diversos anneis de que este é formado, quando se apertam estes circulos, se este esforço não é repartido por igual, póde produzir-se um desvio na haste do pistão, podendo mesmo resultar o ficarem os cylindros fóra de serviço.

O regulador de força centrifuga tem os braços cruzados, de modo que para grandes differenças de velocidade na marcha da machina ha menores variações no comprimento do pendulo conico.

A machina de que nos occupâmos tem a particularidade de ter a bomba de ar dentro do condensador e ao pé da bomba alimentar, de modo que todo este conjuncto occupa muito pequeno espaço. Os pistões d'estas diversas bombas são guarnecidos com placas de caoutchouc ajustadas por meio de uma especie de aduelas de madeira.

Taes eram as circumstancias principaes que julgámos dever mencionar na machina de Carels. Descemos a estes detalhes porque nos parece que isto interessará os nossos constructores. A machina do constructor belga era bem executada e apresentava bastante economia de combustivel. Seu auctor attribuia principalmente á disposição do mechanismo de distribuição do vapor nos cylindros o poder fazer funccionar uma tal machina gastando apenas 1,5 kilogramma de carvão por cavallo e por hora. O cuidado com que eram calculadas as dimensões das diversas peças d'esta machina a fim de estabelecer um perfeito equilibrio, permittia obter um movimento muito regular, como convem para os estabelecimentos de fiação, onde são geralmente muito adoptadas as machinas de vapor de Woolf. Grande numero de machinas de vapor, do systema d'aquella que descrevemos, construidas pela casa Carels, de Gand, alimenta diversas fabricas de fiação da Belgica e da Hollanda, tendo a pratica mostrado as vantagens das disposições adoptadas em taes machinas, como acima descrevemos.

Outras machinas de vapor figuravam na exposição belga, em que se observavam boas qualidades, já na disposição reciproca dos seus orgãos, já na sua execução. Citaremos ainda algumas das principaes.

Machina de Rens e Colson.—A fabrica de Rens e Colson, de Gand, expoz uma machina de vapor do systema Woolf, mas com uma modificação original na disposição dos cylindros. Na machina referida os cylindros são horisontaes, de diversos diametros, collocados um no prolongamento do outro, ficando o de menor diametro adiante e immediatamente atrás o de maiores dimensões. Os pistões têem ambos a mesma haste. O vapor vindo da caldeira actua primeiro sobre o pistão do pequeno cylindro a plena pressão, até uma certa parte do curso, que se póde fazer variar á vontade; depois dilata-se até ao resto do curso, pois é interrompida a communicação da caldeira com o pequeno cylindro. Depois de funccionar no pequeno cylindro o vapor passa para o grande, no qual actua por expansão.

Vê-se pois que os habeis artistas Rens e Colson ainda applicaram o excellente principio de Woolf, modificando porém o seu modo de applicação dando uma nova disposição aos cylindros. N'este systema o movimento de ambos os pistões faz-se no mesmo sentido.

Machina de Cockerill.—A sociedade John Cockerill, de Seraing, perto de Liege, expoz uma bella machina de vapor, systema Woolf, com os dois cylindros verticaes, sendo o movimento dos pistões no mesmo sentido em ambos os cylindros. O principio de expansão aqui era igualmente applicado. Esta machina era de acção directa, do systema Maudslay. As hastes dos pistões dos dois cylindros são ligadas a uma travessa horisontal commum collocada na parte superior, em cujas extremidades se articulam duas bielles que na outra extremidade articulam com as manivelas de dois grandes volantes. Esta machina dava movimento a uma grande bomba atmospherica destinada a injectar grandes quantidades

de ar sobre os altos fornos, para a extracção do ferro do seu minerio, pelo processo chamado dos *altos fornos*.

Martellos a vapor de Van der Elst.—A fabrica Van der Elst & C.ª, de Breine-le-Comte, expoz um magnifico martello a vapor de duplo effeito, no qual o vapor levanta o pistão que sustem o martello, e depois actua sobre elle com grande pressão para o fazer descer e bater sobre as peças a forjar, para produzir o effeito que se pretende com similhantes machinas.

Machinas de Chatelineau, Delnest, Lanchaymond.—Terminaremos esta noticia sobre a exposição belga das machinas de vapor fixas, mencionando: uma grande machina de dois cylindros invertidos, systema Woolf, da força de 200 cavallos, destinada á extracção do carvão de pedra das minas, exposta pela sociedade de Chatelineau; uma pequena machina da força de 8 cavallos, de cylindro horisontal, imprimindo movimento de rotação a um eixo vertical, destinada a uma machina de fazer cerveja, construida por Delnest, e uma machina de dois cylindros verticaes, ambos com expansão variavel, sem condensação, dando movimento a um eixo horisontal collocado superiormente, construida por Lanchaymond, exposta pela escola industrial de Bruxellas.

Transporte da força a distancia.—Na secção belga da grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio havia uma machina ou bomba atmospherica construida por Cail, Halot & C.ª, de Bruxellas, a qual recebia movimento de uma machina de vapor. O ar posto em movimento por esta machina era dirigido por um encanamento de 157 metros de extensão até um dos annexos da exposição belga no parque, onde ía actuar sobre uma roda, similhante ás rodas hydraulicas de copos, do systema Callés, denominada por seu auctor *roda hydro-aero-dynamica*.

A roda hydro-aero-dynamica achava-se immergida dentro da agua contida em uma grande tina; o ar entrava por baixo e pela sua acção sobre os copos dava

movimento de rotação á roda. Á medida que os copos da roda vinham chegando á parte superior, o ar passava em bolhas através da massa de agua e escapava-se para a atmosphera. O movimento d'esta roda póde ser transmittido por meio de engrenagens para onde preciso for.

A roda hydro-aero-dynamica de Callés faz o trabalho de uma roda hydraulica de mesmas dimensões, movida por uma quéda de agua de mesmo volume e altura; e com effeito aqui a pressão é a differença de pesos de um certo volume de agua e outro igual de ar.

Vê-se pois que por este meio se póde transportar a força motriz a grande distancia sem grandes perdas. Segundo seu auctor, a perda no transporte da força realisado por aquelle meio, a 1:000 metros de distancia, apenas seria de 10 por 100.

Eis-aqui as circumstancias em que se realisava o transporte da força no campo de Marte.

Força tomada na grande galeria das machinas, no palacio, secção belga, com a bomba atmospherica de Callés, 9,5 cavallos.
Diametro do pistão da bomba, $0^m,6$.
Curso do pistão, $0^m,7$.
Numero de vaivens por minuto, 40, ou golpes simples, 80.
Pressão exercida, $0^m,19$ de altura de mercurio no manometro do ar livre, ou $0^m,25$ de atmosphera.
Perda de volume do ar debaixo d'esta pressão, 12,5 por 100.
Trabalho em kilogrammetros, 719.
Trabalho absorvido pelas resistencias passivas, em kilogrammetros, 144.
Volume de ar gerado por segundo, 210,4 litros.
Transporte em um tubo de ferro de 157 metros de extensão com 14 voltas de cotovelo em angulo recto, tendo $0^m,095$ de diametro, sendo a velocidade do ar no encanamento 32 metros por segundo.

Força reconstituida no annexo do parque, secção belga, com a roda hydro-aero-dynamica de Callés, construida por Enthoven, de Bruxellas:

Diametro da roda, 3 metros.
Numero de copos, 30.
Numero de copos em acção simultanea, 13.
Numero de voltas por minuto, 6.
Numero de copos que passam por segundo, 3.
Curso, $0^m,76$.
Volume total do ar contido na roda, 911,729 litros.
Dilatação, 72,938 litros.
Trabalho em kilogrammetros, 647,8.
Trabalho absorvido pela fricção, em kilogrammetros, 74.

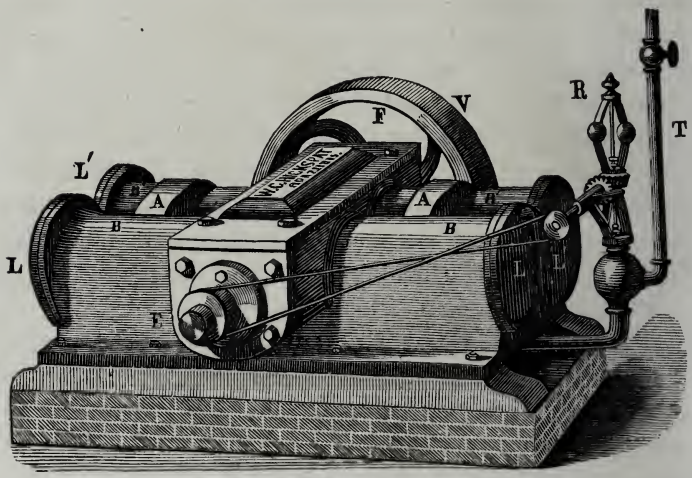
EXPOSIÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos, nação onde a industria tem attingido um desenvolvimento espantoso, e onde o numero de machinas de vapor que alimentam uma grande diversidade de officinas é enorme, não eram representados na exposição universal de París por grande numero de machinas de vapor. Era na realidade extremamente limitado o numero de machinas, cujo motor era o vapor da agua, que figuravam na exposição da grande republica do novo mundo. Entretanto, se na quantidade, a exposição das classes LII e LIII estava longe de representar o actual estado da industria das machinas de vapor da grande nação industrial do outro lado do Atlantico, comtudo alguns dos specimens, que se achavam expostos na secção da America do norte da grande galeria do trabalho das artes usuaes eram muito bellos, e attrahiam a attenção do publico e dos homens competentes.

Machina de Hicks.—Citaremos em primeiro logar, como extremamente notavel, um producto da exposição americana na classe LIII, que chamava especialmente a attenção; era uma machina de vapor construida e exposta pelos habeis constructores W. C. Hicks, de New-York. O typo d'esta machina é de uma original construcção, com disposições completamente desusadas, as quaes bem mostram o espirito inventivo e engenhoso dos americanos.

Na machina de Hicks não ha mais do que cylindros com pistões, nos quaes as bielles articulam immediatamente, supprimindo-se assim as hastes; alem d'isso não ha gavetas, excentricos, tirantes, caixas de estopas, alavancas, etc. O principio fundamental da invenção americana consiste em não empregar, como nas machinas ordinarias, um cylindro com a sua caixa de vapor e gaveta ao lado, mas sim dois cylindros iguaes e a par, em cada um dos quaes o pistão serve de gaveta ao seu companheiro.

A machina de Hicks compõe-se de quatro cylindros iguaes *BB′, BB′,* e dispostos em dois pares; entre estes dois pares passa o eixo ou arvore *E F* da machina. Tem esta arvore dois cotovellos *c, c′* a angulo recto, em cada um dos quaes articulam duas bielles *l, l; l′, l′;* cada uma d'estas bielles vae articular directamente com o pistão de um dos cylindros fronteiros; para isso os pistões *P, P; P′, P′* são longos e ôcos, de modo que du-



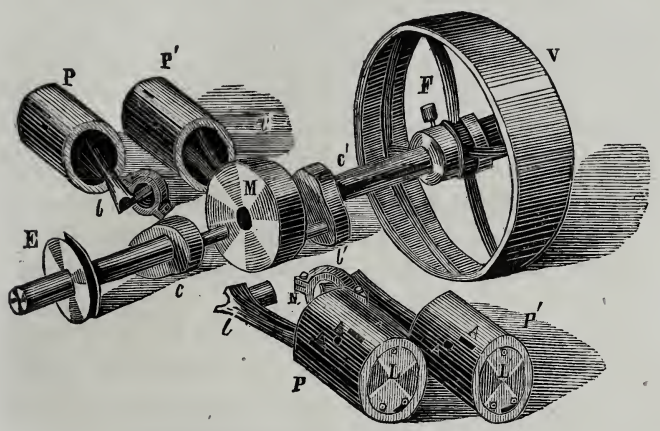
Machina de vapor de Hicks, de New-York

rante o movimento as bielles oscillam dentro dos pistões de um modo similhante ao que se passa nas machinas denominadas de *tronco*, que costuma construir o celebre Penn para os navios de vapor.

Os cylindros d'esta machina são de effeito simples; o vapor só actua sobre a parte posterior L, L′ dos pistões, de modo que a sua acção alterna sobre cada cylindro e o seu fronteiro; assim cada cylindro com o seu *vis-a-vis* fazem o effeito de um só cylindro de uma machina de vapor ordinaria.

Como já dissemos, aqui não ha gavetas. Os pistões têem aberturas ou canaes *A* na sua circumferencia; os cylindros têem aberturas a meio, communicando com a

sua parte inferior. O vapor vem da caldeira e entra, por exemplo, em um cylindro quando o pistão está no principio do seu curso; faz mover este pistão até metade do curso; chegando a este ponto, uma abertura do canal do pistão fica em frente da abertura do canal que estabelece a communicação para o outro cylindro, e outra abertura do mesmo canal fica em frente do canal que



Vista dos pistões e da arvore da machina de Hicks

estabelece a communicação para a caldeira; o vapor entra pois no cylindro que fica ao lado e faz mover o seu pistão. Mas ao mesmo tempo o canal que tem este pistão acha-se fechado a um certo ponto do seu curso e cessa toda a passagem do vapor para o primeiro cylindro; então o que já se acha no primeiro cylindro continua a actuar por expansão.

O que dizemos do primeiro cylindro em relação ao segundo que lhe é parallelo, diz-se do segundo em relação ao primeiro, isto é, o segundo cylindro faz de distribuidor para com o primeiro, do mesmo modo que o primeiro faz de distribuidor para com o segundo.

As cousas estão dispostas de modo que quando um pistão está no meio de seu curso, e que põe as passagens entre os cylindros em relação com as aberturas

exteriores, communicando com a caldeira por um lado e com a atmosphera por outro, está o outro pistão do cylindro vizinho na extremidade do seu curso, e portanto apto a receber ou a largar vapor.

Como o vapor actua sempre na machina de Hicks no sentido do fundo dos cylindros para o eixo ou arvore, segue-se que a sua acção sobre os cotovellos ou manivelas da arvore da machina é sempre uma pressão, e nunca uma tracção. É por isso que os cotovelos ou discos de manivela são de ferro fundido, porque este metal resiste mais á pressão. A arvore é de ferro forjado e os moentes são feitos do melhor aço.

Para inverter a marcha da machina não ha mais do que puxar para o outro lado uma gaveta, que faz com que um systema de passagens ou canaes que communicavam para a caldeira, passe a communicar para a atmosphera ou condensador.

Quando os pistões chegam perto do fundo dos cylindros abrem uma torneira, que existe no fundo d'estes, por onde é expulsa toda a agua e vapor que ahi se podesse conter, antes que o curso se complete.

Quando se quer que fique algum vapor por detrás do pistão, para fazer *almofada ou mola,* não ha mais do que puxar um prolongamento em um canal que tem o pistão, de modo que não deixe expulsar completamente o vapor que tinha movido o pistão no curso anterior.

A arvore e bielles estão abrigadas por uma caixa de ferro onde é retida alguma agua que vem dos pistões; n'esta caixa porém nunca deve haver vapor. O sebo contido em pequenos vasos com azeite, e que goteja sobre as manivelas, cáe sobre a agua e por esta é levado a todos os orgãos, supportes, bielles, etc., que assim ficam lubrificados.

O curso dos pistões é na machina de Hicks igual ao diametro dos cylindros. A dilatação ou expansão do vapor faz-se a metade do curso. Os pistões são ajustados contra os cylindros por meio de uma cunha que se

adapta a uma ranhura que o pistão tem em todo o seu comprimento, e que se aperta com um parafuso. A cunha obriga o pistão a abrir-se e a ajustar-se de encontro ás paredes interiores do cylindro.

Em uma machina d'este genero o trabalho avalia-se, multiplicando a somma das superficies de dois pistões pela pressão effectiva media nos cylindros, e pela velocidade dos pistões; este producto dá-nos um certo numero de kilogrammetros, o qual dividido por 75 nos dá a força da machina expressa em cavallos. O effeito util, segundo experiencias feitas pelo seu inventor, é pouco mais de metade do trabalho motor.

A extrema simplicidade d'esta machina permitte concentrar e fechar quasi todas as suas peças em uma unica massa solida, occupando mui pouco espaço, ficando apenas a descoberto uma roda transmissora *V* do movimento, o tubo *T* de communicação para a caldeira e o de escapamento do vapor, e o regulador de força centrifuga *R*. A machina de Hicks occupa menos de metade do espaço occupado pelas machinas de vapor ordinarias de igual força; assim uma machina d'este novo systema, de 250 cavallos de força, fazendo 150 voltas por minuto, occupa um espaço de $2^m,3$ de comprimento, $1^m,2$ de largura e $0^m,92$ de altura. Póde vantajosamente ser toda envolvida em um envolucro mau conductor do calorico.

Na machina de Hicks a fricção deve ser menor, pois ha menor numero de peças; isto deve contribuir para a menor deterioração dos seus orgãos; alem d'isso os orificios e canaes das entradas e saídas de vapor são menos extensos. Por outro lado o menor volume e grande ligeireza d'esta machina tornam menor o seu custo. Seu auctor recommenda-a especialmente para navios, tanto para a navegação fluvial como para o alto mar.

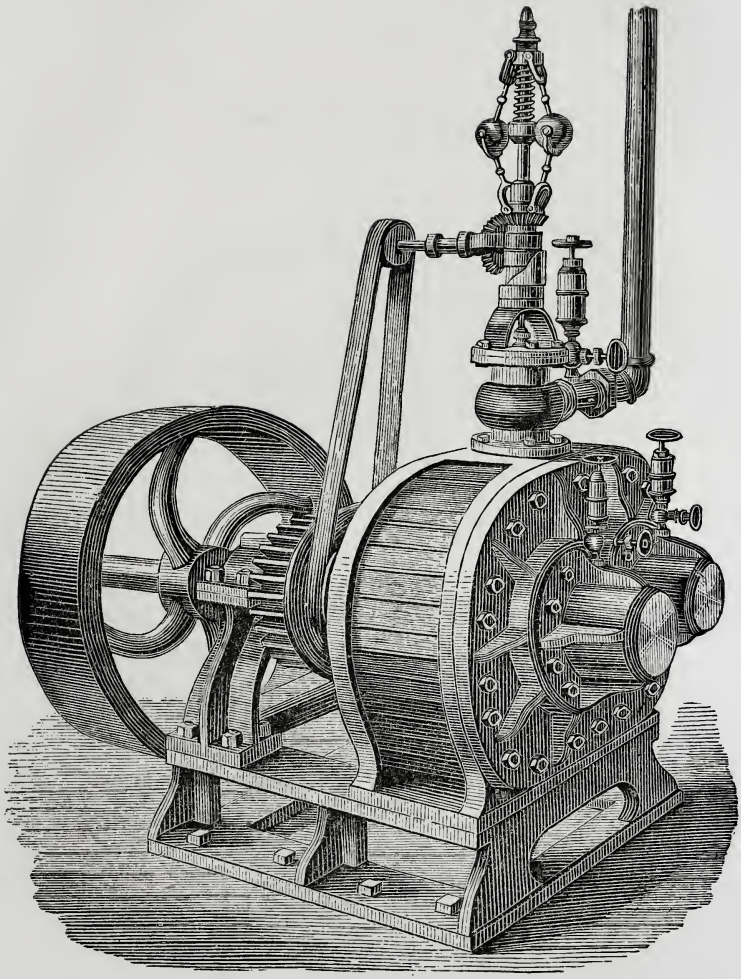
Descemos a todos estes detalhes sobre a curiosa machina de vapor de Hicks, por apresentar uma grande originalidade, saíndo fóra das disposições mais habituaes em todos os seus orgãos. Emquanto ao seu merecimento,

comparada com as machinas ordinarias, só a experiencia o póde dizer; mas o que é incontestavel é que é muito mais simples, menos volumosa e pesada. Emquanto á circumstancia em que insiste o seu auctor, de que as fricções são muito menores, parece-nos que essa circumstancia ha de ser contrabalançada pelas perdas de vapor, que mais ou menos se hão de fazer pelas aberturas das passagens do vapor; assim vemos nós o trabalho util da machina de Hicks não exceder muito a metade do trabalho motor, o que succede tambem geralmente, como é sabido, nas machinas ordinarias.

Em todo o caso a nova machina americana merece ser tomada em consideração e experimentada, pois apresenta vantagens incontestaveis, que em certos casos podem fazer preferir ás machinas ordinarias a nova machina de vapor, em que o genio innovador da grande republica transatlantica imprimiu modificações tão radicaes como de certo não tinha ainda acontecido desde Watt.

Machina rotativa de Behrens.—A casa de A. C. Dart, de New-York, expoz uma machina de vapor de rotação immediata, do systema Behrens, que nos pareceu muito simples; esta machina póde ser movida por vapor ou por qualquer outro gaz, ou mesmo agua, ou então póde servir de bomba rotativa para elevar agua.

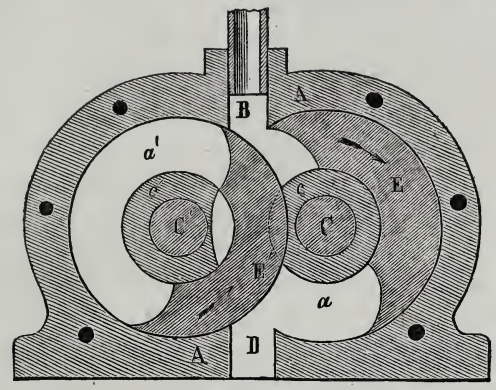
A machina rotativa de Behrens consta de dois semi-discos *E, E'* em fórma de crescentes, fixos pela parte concava e interior, cada um d'elles sobre um eixo de rotação; os dois eixos *C, C'* são parallelos e têem cada um uma roda dentada que engrena uma na outra. A face exterior e convexa dos crescentes rasa, durante o movimento, a parte interior das paredes de uma caixa cylindrica *A,* onde elles se contêem e dentro da qual giram; a parte concava interna gira em torno de um annel ou manga *c, c'* fixa sobre o eixo respectivo; as cousas estão dispostas de modo que cada semi-disco, no seu movimento, vem introduzir-se em uma chanfradura



Machina de vapor rotativa, systema Behrens, construida por C. Dart, de New-York.

concentrica, que tem o annel do eixo de rotação do outro semi-disco, não permittindo assim nunca que a agua ou vapor passe entre um semi-disco e o annel do eixo do outro semi-disco. Como estas chanfraduras têem uma superficie de uma certa extensão, o vedamento faz-se sufficientemente.

O vapor vem por um canal *B* que se abre superiormente no meio da capacidade cylindrica onde giram os



Corte vertical na machina rotativa de Behrens

semi-discos, e sáe por um canal *D* aberto inferiormente na dita caixa cylindrica.

Eis o modo por que funcciona a machina de Behrens; o vapor actua alternadamente sobre a face concava e interna de cada semi-disco, servindo ao mesmo tempo o outro de superficie de apoio; o vapor começa, por exemplo, a fazer mover o semi-disco *E* da direita, actuando sobre a parte superior da sua face interna; ao mesmo tempo o eixo d'este crescente, por meio das engrenagens, vae fazendo andar o eixo do outro semi-disco *E'* de modo que quando o vapor entra na capacidade *a'* do semi-disco da esquerda, começa a actuar sobre a parte superior da sua face interna, emquanto que sobre o crescente da direita actuando o vapor em cima e em baixo, mantem um equilibrio servindo como de apoio; mas agora é o eixo do crescente da esquerda que por meio das engrenagens

faz mover o crescente da direita. Portanto o vapor actua sobre a face interna de cada semi-disco durante meia revolução; depois de actuar sobre os dois crescentes e de imprimir á machina uma volta completa, o vapor escapa-se pelo canal inferior *D*.

Para mudar o sentido do movimento da machina não ha mais do que fazer entrar o vapor pelo canal inferior; para realisar este effeito os tubos de introducção e saída do vapor devem cruzar-se, e no logar do cruzamento deve achar-se collocada uma gaveta, que, puxada para uma ou outra das suas posições por meio de uma manivela, faça que o vapor que vem da caldeira siga pelo canal superior ou inferior.

Para produzir a expansão na machina rotativa de Behrens, deve collocar-se no tubo de introducção do vapor perto do cylindro uma valvula movida por um excentrico montado sobre um dos eixos da machina, o qual deve então ser munido de volante.

O problema das machinas de vapor de acção immediata tem preoccupado muito os inventores e constructores. Têem sido imaginados muitos systemas diversos; mas todos têem grandes inconvenientes; na maior parte a perda e gasto do vapor é enorme; de modo que apesar da simplicidade de taes machinas, pois, por assim dizer, não têem senão um orgão, que é aquelle sobre o qual actua o vapor e ao qual imprime movimento de rotação immediatamente, comtudo o seu effeito util é menor que o das machinas ordinarias de movimento rectilineo alternado produzido directamente pelo vapor, quando são bem construidas. Alem d'isso, as machinas rotativas deterioram-se mais do que as ordinarias.

A machina de Behrens, como se acaba de ver pela descripção acima feita, era muito engenhosa; e pela extensão das superficies em contacto que é grande, pois é formada pelas chanfraduras dos anneis dos eixos dos crescentes e pela parte convexa d'estes semi-discos, a perda de vapor é muito reduzida, sendo forçosamente menor

que a de muitos outros systemas de machinas rotativas. Se não se póde dizer que a machina de Behrens resolve completamente o problema das machinas de rotação immediata, desthronando as machinas em que a acção directa do vapor produz movimento rectilineo alternado, o que só a experiencia poderá decidir, não deixa comtudo de ser um modelo muito curioso e bem imaginado de um novo motor de vapor, e que apresenta mais uma amostra do espirito inventivo e mechanico dos habitantes dos Estados Unidos.

A machina de Behrens serve perfeitamente de bomba rotativa; não ha mais do que fazer communicar por meio de um tubo de aspiração o canal inferior com a agua do reservatorio, e o superior com um tubo que deve elevar a agua aonde se pretender. Dando movimento de rotação a um dos eixos da machina, immediatamente os semi-discos tomam movimento de rotação em sentido opposto e a agua é aspirada continuadamente pelo canal inferior e levada pelo canal superior. Póde este genero de bombas servir vantajosamente para quaesquer liquidos, como cervejas, melaços, etc.

Machinas de Corlins, Andrews, Dwight, etc.—Das outras machinas de vapor expostas na secção dos Estados Unidos merece ser mencionada uma magnifica machina de G. H. Corlins; n'este bello producto da industria americana o cylindro é horisontal e de ferro fundido com expansão regulada por um mechanismo especial, no qual as gavetas não possuem movimento rectilineo, mas sim circular; ha quatro aberturas, cada uma das quaes tem uma gaveta movida por uma manivela, tirante e excentrico. Postoque não tinha condensação, o seu consumo de combustivel não excedia 2,5 kilogrammas de carvão por cavallo e por hora. Era uma obra prima de execução.

Citaremos ainda na exposição dos estados da America do norte uma pequena machina de vapor de cylindro oscillante, de alta pressão e grande velocidade que dava movimento de rotação a uma bomba centrifuga de

elevar agua, construida por W. Andrews; esta machina apresentava de particular o ter o cylindro uma especie de cochim oscillante sobre o qual descansava e que acompanhava os seus movimentos tornando-os mais suaves; bem como uma machina de cylindro fixo e horisontal, cujo distribuidor tinha uma gaveta movida por uma disposição muito simples, construida por Dwight & C.ª, a qual tambem dava movimento a uma bomba de elevar agua.

EXPOSIÇÃO ALLEMÃ

A exposição allemã na secção de machinas de vapor não apresentava grande numero de specimens da sua industria; sobretudo viam-se poucas machinas fixas; relativamente abundavam mais as locomotivas. Porém se o numero de objectos expostos nas classes LII e LIII era muito limitado na secção allemã da grande galeria do trabalho das artes usuaes, viam-se comtudo ali productos de muito merecimento, e que mostravam o estado de adiantamento da industria do ferro e do aço em Allemanha e sobretudo na Prussia.

Machina de Demeuse-Houget.—Fazia o serviço mechanico da exposição prussiana, fornecendo a força motriz aos diversos apparelhos e machinas da secção da Allemanha do norte, na galeria do trabalho da exposição universal de París, uma machina de vapor construida por Demeuse-Houget, de Aix-la-Chapelle; esta machina compunha-se de dois cylindros horisontaes munidos de envolucro mau conductor do calorico, munidos de expansão; o vapor depois de actuar n'estes cylindros perdia-se na atmosphera; era da força de 35 cavallos.

Caldeiras de Aders.—Figuravam na exposição prussiana duas magnificas caldeiras de evaporação, de J. Aders, de Neustadt-Magdebourg, no reino da Prussia. N'estas caldeiras o aquecimento é obtido á custa do calorico cedido pelo vapor que nas machinas sem condensação é geralmente perdido na atmosphera.

Martello a vapor de Keller.—A casa Keller & Banning, de Hamm, na Westphalia, expoz um martello a vapor de grande velocidade, no qual o pistão, haste e peso eram forjados de uma só peça de aço fundido. Um systema muito engenhoso de alavancas permittia fazer variar o curso e a velocidade do pistão.

Machina de Schmid.—Na exposição austriaca figurava uma bella machina de vapor, construida na acreditada e conhecida fabrica de H. D. Schmid, de Simering, na baixa Austria. A machina de Schmid é uma machina de acção directa de dois cylindros horisontaes de diversos diametros, revestidos de um envolucro mau conductor do calorico; n'esta machina havia expansão, segundo o principio de Woolf; porém a expansão verificava-se não só no grande cylindro, como tambem no pequeno. Vê-se pois, que ainda n'esta machina se reproduzia o principio da expansão do vapor em dois cylindros, do qual já por diversas vezes temos fallado no decurso d'este nosso relatorio; este principio tão vantajoso tende a generalisar-se por toda a parte.

Machinas de Sigl e Bäehles.—Citaremos ainda na exposição austriaca uma boa machina de Woolf, em que se applicava o principio da expansão segundo o modo ordinario, exposta pelo abalisado constructor G. Sigl, de Vienna, bem como uma machina de vapor construida por Bäehles, de Vienna, de cylindro vertical, montada sobre uma caldeira tambem vertical; era esta uma machina de um typo que se tem generalisado muito, pela sua disposição simples, e pela facilidade com que se installa em qualquer logar.

EXPOSIÇÕES DA RUSSIA, SUECIA, ITALIA, PORTUGAL E HESPANHA

Machinas de vapor russas.—Na exposição russa não abundavam as machinas de vapor; apenas vimos dois exemplares de pouca importancia; uma machina de va-

por de acção directa, cylindro horisontal, com expansão, exposta pela escola imperial de Moscow, e outra de dois cylindros horisontaes com expansão, exposta pelo instituto technico de S. Petersburgo.

Machinas de vapor suecas.—A exposição sueca tambem poucos exemplares de machinas de vapor apresentava, e esses mesmos tambem eram de pequena importancia industrial. Vimos uma machina de Bergsund, de acção directa, com um cylindro horisontal revestido de um envolucro mau conductor do calorico, cujo pistão era munido de tres hastes, e uma pequena machina de vapor de Koessing, que dava movimento a uma machina de aplainar.

Machinas italianas.—A Italia é um paiz nascente; a sua constituição politica como grande nação apenas se acaba de formular; a sua industria como nação de primeira ordem está ainda na infancia; assim a sua exposição de machinas de vapor mostrava effectivamente que ainda está muito longe de ser um paiz industrial.

Vimos na exposição italiana uma pequena machina de vapor, de Franchini, na qual era applicado o principio de Woolf de um modo analogo ao da machina belga de Rens e Colson, que já descrevemos. Compõe-se a machina de Franchini de dois cylindros de diversos diametros collocados um no prolongamento do outro, ficando o de maior diametro atrás do mais pequeno. O vapor depois de actuar sobre o pistão do pequeno cylindro a plena pressão primeiro e depois com expansão, passa para o grande cylindro, no qual se dilata mais, e onde actua por consequencia por expansão. O movimento dos pistões dos dois cylindros faz-se sempre no mesmo sentido; têem ambos uma mesma haste commum, a qual por meio de uma bielle e manivela dá movimento de rotação ao eixo do volante.

Um expositor italiano, Ansaldi, apresentou uma pequena machina de vapor de acção directa, que, segundo o seu inventor, tinha a particularidade de não ter *pon-*

tos mortos. Como é sabido, são denominados pontos mortos aquelles em que a bielle e manivela se acham prolongadas uma com a outra, ou sobrepostas a bielle sobre a manivela, porque effectivamente n'estas posições a bielle não tem acção sobre a manivela para transformar o movimento rectilineo alternado do pistão em movimento circular continuo do eixo do volante; é esta grande roda que pela velocidade adquirida passa aquelles pontos.

Na machina de Ansaldi ha dois cylindros horisontaes concentricos; o cylindro central tem um pistão com uma haste que articula com uma bielle, a qual articula com uma manivela do eixo do volante; o cylindro exterior tem uma secção annular; o seu pistão é uma especie de annel, tendo duas hastes, uma de cada lado, de um mesmo diametro; a estas duas hastes iguaes e parallelas está fixa pelos extremos uma travessa com um annel, por dentro do qual passa a haste do pequeno pistão central; á dita travessa articulam-se duas bielles iguaes em posição cruzadas com a bielle do pistão central, de modo que no momento em que esta se acha na posição em que não tem acção para a transformação do movimento, acham-se aquellas na posição de maxima acção, de modo que não ha *ponto morto,* isto é, o eixo do volante nunca deixa de receber movimento da acção do vapor. Um excentrico circular regula os movimentos da gaveta do grande cylindro annular; um excentrico elliptico regula os movimentos da gaveta do pequeno cylindro central.

Machina de vapor portugueza.—Na secção portugueza da galeria do trabalho das artes usuaes figurava um unico motor de vapor; era uma machina exposta pela fabrica de Massarelos, da companhia Alliança da cidade do Porto, composta de uma caldeira vertical com cylindro tambem vertical e invertido, cujo pistão tinha uma haste que por meio de bielle e manivela dava movimento de rotação ao eixo do volante. Era uma machina bem construida, e de um typo bem simples e de facil installação.

Se juntarmos a esta machina um pequeno modelo de machina de vapor, antigo systema de balanceiro de Watt, construida por J. A. Torres, de Lisboa, teremos mencionado quanto Portugal expoz nas classes LII e LIII no grande concurso internacional de 1867.

Postoque se não possa dizer que Portugal seja um paiz propriamente industrial, comtudo não se póde deixar de reconhecer que na exposição de machinas de vapor a sua industria estava longe de ser representada no campo de Marte. Entretanto se a memoria nos não falha, é ainda assim a primeira exposição internacional em que Portugal alguma cousa apresentou n'esta industria. É para lamentar que o primeiro estabelecimento industrial n'esta classe, a fabrica Perseverança, de Lisboa, não concorresse ao grande certame da vida industrial de todos os povos em 1867.

Machinas de vapor hespanholas.—Na exposição universal de 1867, a Hespanha pouco mais apresentou do que Portugal nas classes de machinas de vapor. Vimos na exposição hespanhola quatro machinas de vapor, uma de caldeira vertical e revestida de envolucro mau conductor com cylindro tambem vertical, outra de cylindro vertical e caldeira horisontal, outra tambem de cylindro vertical revestido de envolucro mau conductor do calorico, todas tres de acção directa, construidas pela fabrica Alexander, de Barcelona, e uma machina de vapor de cylindro horisontal revestido de envolucro mau conductor do calorico, de acção directa, com expansão, construida por Farrey e C.ª, de Guipuzcoa.

CARACTERES DOMINANTES DAS MACHINAS DE VAPOR DA EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE 1867

Expozemos e descrevemos os principaes motores de vapor que tivemos occasião de observar e estudar no grande concurso industrial e internacional de 1867. Tratámos, quanto coube em nossos fracos conhecimentos,

e ajudados pela inspecção e estudo dos numerosos specimens da grande industria das machinas de vapor que se ostentavam na grande exposição do campo de Marte, de fazer sobresaír as principaes qualidades e melhoramentos dos principaes exemplares que descrevemos. Cumpre-nos agora fazer um resumo do que expozemos, que será como a synthese do nosso estudo, e mostrar quaes os caracteres dominantes da generalidade dos melhores specimens dos motores de vapor que figuravam no grande certame industrial de París.

Se o leitor teve a benevolencia de seguir o nosso relatorio na parte que diz respeito ás machinas de vapor, e de passar em revista os mais notaveis productos das exhibições das grandes nações industriaes do novo e velho mundo que anteriormente descrevemos, de certo que havia de notar certas disposições nas machinas de vapor que se reproduziam na maior parte dos melhores exemplares dos possantes motores da industria moderna.

Envolucros isoladores.—Assim vimos que em um consideravel numero de machinas de vapor, o cylindro era revestido de envolucros maus conductores de calorico, resultando d'esta vantajosa disposição o evitar-se algum tanto as perdas de calor pela irradiação que são causa de esfriamento do cylindro, e portanto de diminuição na força empregada em mover o pistão.

Camisas de vapor. — Uma outra disposição tendente ao mesmo fim nos apresentavam diversas machinas de vapor na exposição universal de París de 1867; eram as camisas que envolvem os cylindros, e nas quaes o vapor que vem da caldeira circula, formando como que um manto abrigador, que conserva elevada a temperatura do cylindro de modo que se evita o esfriamento e os inconvenientes que d'elle resultam; é sabido que o vapor da agua tem a propriedade de ser pouco *diathermane*, isto é, de não deixar passar facilmente o calorico obscuro, assim é elle o manto que abriga a superficie

da terra dos grandes calores e dos grandes frios. É sabido que foi Watt quem imaginou a disposição de que acabâmos de fallar, mas posteriormente os constructores abandonaram em grande parte esta bella concepção do genio do illustre artista escossez; vemos porém que de novo se torna a generalisar o emprego das camisas de vapor, com grande vantagem para a economia das machinas. O emprego das camisas envolvendo os cylindros de vapor tem sido modernamente muito generalisado tambem ás machinas maritimas, como veremos no decurso d'este nosso relatorio.

Machinas de acção directa, de cylindro fixo e horisontal. — Um caracter dominante nas machinas de vapor é a disposição chamada de acção directa; póde-se dizer que as antigas machinas de balanceiro de Watt se acham completamente abandonadas. Nas machinas de acção directa, como é sabido, não ha senão bielle, articulando de um lado com a haste do pistão e do outro com o botão da manivela fixa sobre o eixo do volante. Apenas se usa ainda a disposição do balanceiro em algumas machinas de Woolf, de expansão em dois cylindros, mas n'estas mesmas, como vimos, se começa a usar mais a acção directa. Nas machinas de acção directa, que como acabámos de dizer, são as mais usadas, o typo dominante é o das machinas de cylindro fixo e horisontal; esta disposição do cylindro horisontal, imaginada por Taylor, e seguida por alguns constructores com timidez ao principio, generalisou-se depois por tal fórma, que se póde dizer que se não usa outra senão quando ha circumstancias especiaes que a isso obrigam. As principaes vantagens das machinas de vapor de cylindro horisontal são: grande estabilidade, poisque é grande a base onde assenta todo o mechanismo e o centro de gravidade acha-se muito baixo; maior simplicidade, poisque o supporte se reduz a uma placa fortemente ligada a uma base de pedra fixa sobre o solo; maior facilidade de installação, e finalmente menor volume e espaço preciso

para a sua collocação, traduzindo-se todas estas vantagens em outra não menos importante, o menor custo.

Machinas portateis. — Em certas circumstancias particulares, como, por exemplo, quando se quer uma machina pequena e montada sobre a sua caldeira, de modo que se possa collocar em qualquer logar, e ao mesmo tempo que seja portatil, é então preferivel o typo das machinas de caldeira vertical sobre a qual se acha montada a machina. A circumstancia de não ser necessaria installação especial nem para a machina nem para o gerador de vapor, é muito importante em certos casos. A predominancia d'este typo de machinas era attestada pelos numerosissimos exemplares que nos mostrava a exposição universal de 1867.

Applicação da expansão do vapor. — O principio da expansão era o caracter mais dominante das machinas de vapor que concorreram no grande pleito internacional de 1867. Já ha muitos annos que os constructores francezes começaram a applicar o excellente principio da expansão do vapor nas machinas; o acreditado estabelecimento de Farcot, de Saint-Ouen, foi dos primeiros em applicar e generalisar o emprego da acção do vapor por dilatação nas machinas, e é sem duvida esta uma das causas do aperfeiçoamento das machinas d'aquelle constructor quando se consideram á luz da sciencia, e ao mesmo tempo o segredo do pouco consumo de combustivel que exigem, e que é de grande importancia economica sobretudo para certas localidades, como é por exemplo o nosso paiz.

Os constructores inglezes não mostraram ao principio grande fervor em adoptarem o principio da expansão nas suas machinas; resultava d'aqui forçosamente uma elevação no preço final dos productos da industria que empregava taes machinas; mas os inconvenientes de tal systema não se fizeram sentir logo, já porque na Gran-Bretanha o combustivel é muito barato, já porque n'esta industria de machinas de vapor como em muitas outras

a grande nação britannica não receiou por longos annos a concorrencia de outros paizes. Mas logoque a França, a Belgica e a Allemanha entraram com vigor na luta, adoptando nas suas construcções os verdadeiros principios scientificos e economicos, os constructores inglezes viram-se obrigados a desviar-se da rotina, e a caminharem igualmente segundo os dictames da sciencia moderna; assim já na exposição universal de 1862, os inglezes apresentaram em muitas das suas machinas de vapor os orgãos necessarios para fazer actuar o vapor por expansão, e no grande concurso internacional de 1867, o principio da expansão achava-se representado em larga escala nos specimens de machinas de vapor expostas pela Gran-Bretanha.

Expansão em dois cylindros; movimentos inversos dos pistões. — Na descripção que fizemos das principaes machinas de vapor fixas que figuravam na exposição, vimos que um dos typos mais dominantes era o das machinas de Woolf. Uma innovação na disposição dos dois cylindros d'estas machinas supprime o balanceiro, e reduz taes machinas a simples machinas de acção directa; e segundo o melhor systema os cylindros são horisontaes e os seus pistões têem movimento em sentido opposto; mostrámos quaes as vantagens d'esta disposição, que tinha magnificos representantes nas excellentes machinas de Carret, Marshall e C.ª, de Leeds, e de Prosper Vandenkerchoven, de Gand. O principio da expansão em dois cylindros de diversos diametros, sendo produzida a dilatação não só no grande cylindro, mas tambem no pequeno, achava-se reproduzido em muitas das machinas de vapor expostas no campo de Marte, nas secções relativas a diversos paizes. Este era sem duvida o caracter mais saliente da exposição n'esta parte, e a sua generalisação constitue por certo um dos maiores aperfeiçoamentos que nos manifestaram os motores de vapor no grande concurso internacional de 1867; devendo considerar-se como o melhor de todos os systemas

o das machinas de dois cylindros horisontaes de diversos diametros, actuando o vapor primeiro no cylindro menor a plena pressão durante uma parte do curso do seu pistão, e depois por expansão no resto do curso, e passando depois a actuar por expansão no grande cylindro, sendo o movimento dos dois pistões em sentido opposto; evitando-se assim os pontos mortos pela disposição reciproca das bielles e manivelas, e evitando-se os longos canaes de passagem do vapor de um para outro cylindro, causas de esfriamento e perdas de força, e podendo simplificar-se o mechanismo da distribuição do vapor reduzindo-se a um unico.

Altas pressões do vapor. — Outro caracter das machinas de vapor da exposição de 1867 era o uso da alta pressão do vapor; entretanto esta circumstancia não primava a que anteriormente citámos. Mas sempre que circumstancias especiaes não exijam o emprego da baixa pressão, é vantajoso empregar o vapor em alta pressão; poisque a força cresce enormemente, e em uma progressão muito maior do que cresce o consumo do combustivel, que é preciso fazer, para elevar a temperatura para produzir aquella alta tensão do vapor. Ao principio os constructores dos diversos paizes na Europa, exceptuando a Inglaterra, tinham receios do vapor a alta pressão, e os prejuizos do publico mais os intimidavam ainda a respeito dos pretendidos perigos do uso do vapor a alta pressão. Mas hoje taes receios se desvaneceram; as altas pressões têem-se generalisado consideravelmente; póde-se mesmo dizer que a antiga baixa pressão (uma atmosphera e meia, e até menos) já está completamente abandonada. Como veremos, até a bordo dos navios, nas machinas de vapor, se usa em larga escala actualmente do vapor a alta pressão.

Condensação do vapor. Condensadores de superficie. — Na maior parte das machinas de vapor da exposição era tambem empregado o principio da condensação; as vantagens que resultam da condensação do vapor são

evidentes; com effeito, nas machinas em que o vapor depois de actuar se perde na atmosphera, ha sempre a pressão atmospherica que contraría a acção do vapor que vem da caldeira, emquanto que se ha condensação, a acção do vapor da caldeira apenas é contrariada por algum vapor que se não condensou completamente. É claro que quando não ha circumstancias especiaes que não permittam o emprego dos diversos orgãos necessarios para a condensação do vapor, deve fazer-se uso do excellente principio da condensação. Mas com o uso das altas pressões, em que o vapor tem alta temperatura, a condensação é mais difficil; seria muitas vezes incommoda se o vapor previamente pela sua dilatação não perdesse parte do seu calorico em beneficio do trabalho produzido pela sua expansão. Como é sabido, o vapor condensa-se pelo contacto com agua fria. Tem começado a generalisar-se o emprego dos condensadores de grande superficie, sobre tudo a bordo dos navios, como veremos. Estes condensadores de grande superficie são tubulares, de modo que o vapor desembocando por numerosos tubos, tem numerosos pontos de contacto com a superficie de esfriamento, o que facilita extraordinariamente a sua condensação.

Progresso das machinas rotativas. — Citaremos ainda como um dos caracteres da exposição de 1867 a continuação das tentativas para resolver o problema das machinas de vapor de rotação immediata, e n'este ponto julgâmos que alguns progressos tem realisado a industria da construcção dos possantes motores do desenvolvimento e da prosperidade economica das nações; assim as duas machinas rotativas que descrevemos, uma de procedencia britannica, outra dos Estados Unidos, pareceram-nos as mais felizes das diversas tentativas até hoje feitas para empregar a acção immediata do vapor em produzir o movimento de rotação.

Pouco uso de grandes velocidades. — As grandes velocidades ainda se não têem generalisado bastante, ape-

sar da vantagem incontestavel que apresentam as machinas que as possuem de occuparem um espaço limitadissimo pelas suas pequenas dimensões, o que em certos casos é de grande importancia; concorre para o seu uso restricto a pouca duração d'estas machinas e o maior consumo de combustivel que geralmente fazem; tambem se deve dizer que a construcção de taes machinas exige uma perfeição especial de mão de obra; debaixo d'este ponto de vista, as machinas construidas por J. Whitworth, e que descrevemos, são estimaveis e de grande merecimento.

Geradores de vapor. Apparelhos fumivoros. — Emquanto aos geradores de vapor das machinas fixas, os typos dominantes são a caldeira horisontal de fórma cylindrica com fornalhas interiores, ou então a caldeira tubular. E para machinas pequenas de facil installação em que o gerador e machina formam um só corpo, o typo dominante é o das caldeiras verticaes.

As caldeiras tubulares têem, sobre todas as outras, as vantagens de occupar menor volume, precisarem menos agua para produzir os mesmos effeitos, terem grande superficie de aquecimento, e portanto grande poder de vaporisação; prestam-se com especial facilidade á producção do vapor a alta pressão, e a sobre-aquece-lo. As caldeiras tubulares são de importancia capital para as locomotivas e para as machinas maritimas. Para as machinas fixas, em que se não dão condições de mesquinhez no espaço, as caldeiras cylindricas com fornalhas interiores ou mesmo exteriores podem servir satisfactoriamente.

As caldeiras tubulares têem o inconveniente de serem de mais difficil limpeza e concerto. Os geradores de fogão e tubos moveis de Farcot que descrevemos, attenuam em grande parte aquelles inconvenientes. Para evitar as incrustações, em parte, convem alimentar as caldeiras com agua proveniente da condensação; esta agua sendo quente apresenta a vantagem tambem de exigir menos calor para se vaporisar.

Um caracter dominante nos geradores de vapor que apresentava a exposição, é o emprego de disposições conducentes a queimar quanto possivel o fumo. Dos diversos systemas os que nos pareceram mais racionaes e como melhor realisando praticamente a mais completa combustão, eram o fumivoro de vapor de Thierry, e as grelhas de Chodsko, que descrevemos na primeira parte d'este nosso relatorio.

Multiplicação das applicações das machinas de vapor. — Teremos emfim enumerado os principaes caracteres dominantes da exposição universal de 1867, dizendo que as applicações dos motores de vapor se multiplicam cada vez mais, quer se considerem as machinas de vapor como um deposito de força motriz, onde vão buscar o movimento as diversas machinas operadoras de differentes trabalhos das officinas e das industrias as mais variadas, quer se considerem as machinas de vapor realisando ellas mesmas e individualmente um trabalho especial, como por exemplo os martellos a vapor, as bombas a vapor de incendios e de esgotamentos, os guinchos a vapor, os guindastes a vapor, e outros tantos instrumentos de trabalho, que reunem em si mesmos o possante motor do vapor da agua, e o operador que d'elle recebe directamente o movimento.

II

MACHINAS MARITIMAS

DESCRIPÇÃO GERAL E CARACTERES DOMINANTES DAS MACHINAS DE VAPOR MARITIMAS DA EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE 1867

Desde que a magnifica invenção das machinas de vapor recebeu do celebre Fulton uma das suas mais bellas applicações, qual é a da navegação de vapor; desde que o primeiro barco de vapor construido por Fulton na America em 1807, *Le Clermont,* navegando de New-

York para Albany, manifestou ao mundo, que a partir d'essa epocha os ventos e as correntes perderiam muito da sua acção sobre a navegação, desde essa memoravel epocha até aos nossos dias têem as machinas de vapor maritimas experimentado muitas modificações e aperfeiçoamentos; mas o principio não deixou ainda de ser o mesmo; a acção alternada do vapor sobre as faces de um pistão ao qual imprime movimento rectilineo alternado, o qual é depois transmittido e transformado no movimento de rotação do eixo do propulsor.

As antigas machinas de vapor de grandes balanceiros têem pouco a pouco ido desapparecendo, sendo substituidas por machinas de acção directa de cylindros fixos ou oscillantes. De certo que aos primeiros constructores de machinas de vapor pareceria incrivel que houvesse o arrojo de dotar grandes navios com machinas de colossaes cylindros oscillantes. Assim vemos os paquetes a vapor de rodas, que fazem o trajecto transatlantico, da força de 500 a 800 cavallos, munidos d'aquella especie de machinas.

O principio da condensação do vapor, que permitte reduzir consideravelmente a contra-pressão que se oppõe á acção do vapor da caldeira sobre os pistões dos cylindros, continua a ser vantajosamente applicado nas machinas maritimas. A tendencia geral é augmentar a pressão do vapor nas caldeiras; d'aqui resulta forçosamente maior difficuldade em realisar a condensação do vapor, sendo preciso para conseguir um tal objecto augmentar consideravelmente a superficie de esfriamento; os condensadores de grande superficie, offerecendo grande numero de pontos de contacto entre o vapor e a superficie fria da agua, permittem realisar melhor a passagem do vapor a liquido. Em varias machinas maritimas que figuravam na exposição de 1867, viam-se condensadores de grande superficie, que recebiam constantemente nova agua por meio de especiaes bombas rotativas movidas pelas respectivas machinas. Recentes ensaios têem

sido feitos empregando o vapor com a alta tensão de cinco atmospheras effectivas nas caldeiras das machinas maritimas; eis-nos bem longe das fracas pressões empregadas nas primeiras machinas de vapor destinadas á locomoção dos navios.

Realisavam-se nas machinas maritimas da exposição de 1867 os mesmos caracteres dominantes que já observámos nas machinas fixas; e com effeito não eram só as grandes pressões do vapor e o emprego das grandes superficies de condensação que tornavam communs os caracteres mais salientes das machinas fixas e maritimas, é ainda e principalmente o emprego do principio da expansão do vapor.

É com toda a rasão que o principio da expansão do vapor continua a ser applicado nas machinas maritimas; é por meio da dilatação do vapor que melhor se tem até hoje conseguido aproveitar o calorico empregado na producção do vapor e a sua transformação em trabalho mechanico, bem como facilitar a sua condensação nas machinas de alta pressão, tudo em beneficio do melhor rendimento economico do motor. Póde pois considerar-se o principio da expansão como o melhoramento mais economico que tem sido introduzido na construcção das machinas de vapor, alem de outras vantagens que tem, adoçando e suavisando o movimento, sobre tudo nas mudanças de sentido que o pistão faz no seu continuado vaivem ou movimento rectilineo alternado.

Nas machinas maritimas expostas no grande concurso internacional notava-se que os constructores tinham tido em vista não só os principios economicos mas tambem as condições especiaes de pouco volume e peso, reunidas a uma grande potencia; e ao mesmo tempo realisando os maiores aperfeiçoamentos na execução dos diversos orgãos. Machinas francezas da força de mais de 3:000 e 4:000 cavallos de 75 kilogrammetros, apenas gastavam por cavallo e por hora 1,28 kilogrammas de carvão! A pressão do vapor nas caldeiras não era inferior a

2,5 atmospheras, e o curso dos pistões, em que o vapor actuava a plena pressão, era limitado a 0,5, o maximo. As camisas de vapor envolviam geralmente os cylindros, realisando assim o beneficio de se conservar uma temperatura elevada nas paredes dos cylindros, evitando-se a perda de força pelo esfriamento, circumstancia esta que, como fizemos notar, se realisava tambem em grande numero de machinas fixas.

As colossaes machinas de vapor applicadas á navegação que se ostentavam orgulhosamente na margem do rio Sena junto á ponte de Iena, na exposição universal de 1867, tinham velocidades não inferiores a 50 ou 60 voltas por minuto, o que, segundo as suas dimensões, equivalia a velocidades superiores a 2 metros por segundo, fazendo communicar por meio do helice aos navios munidos de tão possantes motores velocidades superiores a 13 milhas por hora.

A generalisação das applicações das machinas de vapor progride; dos grandes e pequenos navios destinados a navegar nos mares e rios desceu ás lanchas, escaleres e em geral a todo o genero de pequenas embarcações. Assim a benefica influencia dos motores de vapor chega aos mais variados serviços maritimos, ás lanchas e escaleres dos navios de guerra, dando descanso ás guarnições, e podendo emprehender o navegar nas costas e nos portos debaixo de mau tempo, ás embarcações de pesca, já rebocando-as, já tomando-lhes o seu carregamento, á carga e descarga dos navios, ás viagens de recreio, á salvação dos naufragos, emfim a muitos outros serviços, fazendo um trabalho com precisão e rapidez, que tornam extremamente apreciavel esta recente applicação da machina de vapor, admirando que se não tivesse generalisado ha muito mais tempo. N'este genero apresentava a exposição uma grande variedade de exemplares dignos de apreço.

A classe LXVI, na parte relativa a machinas de vapor applicadas á navegação, achava-se muito bem repre-

sentada na exposição universal de París de 1867, sobre tudo nas secções franceza e ingleza.

A maior parte das machinas de vapor maritimas achava-se exposta, como já dissemos, na margem do rio Sena, no parque; poucos specimens figuravam na grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio. As machinas francezas occupavam um annexo na margem do rio Sena, e as machinas inglezas outro annexo na mesma margem.

EXPOSIÇÃO FRANCEZA

Sem duvida alguma a exposição franceza das machinas de vapor applicadas á navegação era a mais brilhante. Se causa admiração ver as officinas francezas construir locomotivas para os caminhos de ferro inglezes, não causa maior surpreza ver as grandes machinas de vapor maritimas construidas recentemente nas grandes officinas e arsenaes de França, apresentarem-se pelo menos iguaes, em belleza de execução e nos principios que presidiram á sua construcção, ás mais bellas machinas das magnificas officinas britannicas.

Machina da fragata couraçada Friedland.—Um dos mais bellos, se não o mais bello de todos os specimens de machinas de vapor maritimas que figuravam no grande concurso internacional de 1867, era a machina de vapor destinada á fragata couraçada franceza *Friedland*, em construcção no porto de Lorient. A soberba machina do *Friedland* é da força de 950 cavallos nominaes ou 3:800 effectivos; foi construida nas officinas do Indret nas margens do rio Loire, pertencentes ao estado; o seu grande eixo ou veio do helice foi construido nas officinas da companhia *Les Forges et Chantiers de la Méditerranée.*

O systema da machina do *Friedland* é o adoptado geralmente nos navios de guerra da marinha imperial franceza. O typo d'estas machinas é devido ao conhecido engenheiro Dupuy de Lôme. O principio da expansão de Woolf é applicado com um exito muito feliz na

nova disposição das machinas do illustre engenheiro francez; empregam-se n'este systema tres cylindros iguaes e parallelos, do mesmo diametro e mesmo curso, estando os seus eixos no mesmo plano. O vapor só actua a plena pressão durante uma parte, $\frac{8}{10}$ do curso do pistão do cylindro central; depois de actuar n'este cylindro central, o vapor passa para os dois cylindros lateraes, passando portanto a occupar o volume d'estes dois cylindros, dilata-se e pela sua expansão produz a movimento dos seus dois pistões.

Os tres cylindros acham-se do mesmo lado do navio; cada pistão tem duas hastes collocadas em um plano obliquo; estas duas hastes estão ligadas nos seus extremos por uma travessa, a qual articula com uma bielle invertida, isto é, que se dirige para o lado dos cylindros; cada bielle articula com uma manivela do grande eixo ou arvore do helice. Esta disposição é muito vantajosa; as duas hastes de cada pistão repartem entre si o enorme esforço a exercer sobre a bielle, a qual assim é melhor dirigida e não tende a desviar a direcção das hastes do pistão, como acontece quando este não tem senão uma. A bielle invertida tem a vantagem de não exigir grande espaço e distancia dos cylindros ao eixo ou arvore do helice.

Um detalhe apresentava a machina do *Friedland* que merece ser mencionado; é o systema empregado em dirigir e guiar as hastes dos pistões; nada mais simples: apenas na parte inferior ha uma especie de corrediça onde entram as extremidades, em fórma de planos inclinados, que tem a parte inferior da travessa duplamente curva que liga as duas hastes de cada pistão, e sobre a qual articula a bielle. Vê-se que as hastes dos pistões apenas são dirigidas pela parte inferior. A experiencia tem mostrado ser isto sufficiente; tendo a grande vantagem de deixar muito espaço livre, de modo que qualquer pequeno accidente que sobrevenha, qualquer pequeno desarranjo que necessite a presença de um ho-

mem n'esta região inferior do machinismo, não obriga a parar a machina, porque ha espaço livre para poder estar um individuo, sem risco e sem prejudicar o movimento da machina.

Saíndo das caldeiras o vapor circula previamente em um apparelho de seccagem collocado na bôca da chaminé; utilisa-se assim uma parte do calorico levado pelos gazes que se escapam pela chaminé, e o vapor secca-se e sobre-aquece-se um pouco. O vapor nas caldeiras possue uma temperatura de 131°; pelo reaquecimento eleva-se a 156°, o que representa uma elevação de 25° de temperatura.

A maxima tensão do vapor nas caldeiras é de 2,75 atmospheras.

O vapor depois de atravessar o apparelho de seccagem, bifurca-se em dois grandes tubos iguaes, que o conduzem ás camisas que envolvem os cylindros lateraes, aos quaes dá pois uma elevada temperatura; d'estas camisas passa ao distribuidor do cylindro central; entrando n'este cylindro faz mover o seu pistão; chegando este a 0,80 do seu curso, interrompe-se a introducção do vapor e este dilata-se. O vapor, depois de actuar sobre o pistão do cylindro central sáe bifurcando-se em dois grossos tubos que o conduzem aos cylindros extremos; o vapor dividindo-se por um espaço muito maior dilata-se e é por expansão que actua sobre os pistões dos cylindros extremos; quando os pistões extremos têem chegado a 0,75 do seu curso, interrompe-se a entrada do vapor, e o contido n'elles continua a dilatar-se até ao fim do curso dos pistões. Vê-se que a expansão do vapor é aqui mui judiciosamente aproveitada.

Uma grande vantagem do systema descripto é não exigir mechanismo algum especial para a expansão. Um eixo mais delgado e parallelo ao grande veio do helice e que d'este recebe movimento, por meio de manivelas e pequenas bielles, faz mover as gavetas que regulám a

entrada do vapor alternadamente pelos dois lados dos pistões dos cylindros. Á entrada do distribuidor do cylindro central ha duas valvulas ou torneiras nos tubos que conduzem o vapor, de modo que quando se fecha um pouco a torneira de vapor para moderar a marcha da machina, o vapor conserva-se comtudo nas camisas aquecendo os cylindros extremos.

Quando as torneiras estão abertas todas, a pressão do vapor no pistão central é de 2,63 atmospheras. A pressão media effectiva no cylindro central anda por 1,15 atmosphera, e nos extremos 1 atmosphera, o que dá para media da pressão effectiva nos tres cylindros 1,1 atmosphera.

O vapor, depois de actuar nos cylindros extremos passa para os condensadores, onde se reduz a liquido. As bombas de ar que expulsam este vapor condensado são horisontaes, ficam na parte inferior e opposta aos cylindros, recebendo directamente movimento das hastes dos pistões; estas bombas têem pistões longos e massiços funccionando em duas largas caixas com valvulas, separadas por um repartimento que atravessa o pistão da bomba. Esta disposição das bombas de ar tem a vantagem de formar no condensador um vacuo mais perfeito e independente da velocidade dos pistões, o que se não conseguiria com as bombas ordinarias. A pressão do vapor no condensador não excede na machina descripta a $0^m,10$ de altura no manometro de mercurio.

As bombas alimentares tambem têem pistões massiços e longos, mas os corpos de bomba são curtos, o que permitte ter um grande numero de valvulas para a entrada da agua. Estas bombas, assim como as de agua fria, são igualmente movidas directamente pelos pistões dos cylindros.

As tres manivelas e bielles da grande arvore do helice estão dispostas de modo que as duas extremas estão a angulo recto no momento em que a do meio está no opposto a este angulo recto, no prolongamento da linha

que o divide em duas partes iguaes. Poder-se-ía obter um equilibrio estatico mais completo do mechanismo em torno do veio do helice, dispondo as tres manivelas em posições distantes exactamente de 120°; mas então para que a machina funccionasse regularmente era preciso empregar um reservatorio de vapor, para receber este antes de entrar nos cylindros extremos. A machina do *Friedland* funccionava com regularidade para velocidades pequenas e grandes, desde 10 a 60 voltas por minuto.

Uma forte engrenagem permitte, por meio de uma roda de malaguetas que se move á mão, mover a arvore do helice quando a machina não funcciona, e mudar a posição das gavetas a fim de marchar á vontade para diante ou para trás. D'este lado se acham as bombas para o esgotamento do porão, as quaes recebem movimento do eixo da machina.

Eis as principaes dimensões da bella machina que descrevemos:

Diametro dos cylindros, $2^m,10$.
Curso dos pistões, $1^m,30$.
Diametro do helice, $6^m,10$.
Passo do helice (é composto de quatro abas), $8^m,5$.
Pressão do vapor na caldeira, 2,75 atmospheras.
Pressão media effectiva do vapor nos tres cylindros, 1,1 atmosphera ou $0^m,84$ de mercurio.
Pressão que contraria o movimento do pistão central, $1^m,02$ de mercurio.
Pressão media do vapor no condensador, $0^m,10$ de mercurio.
Velocidade media dos pistões, por segundo, $2^m,50$.
Velocidade maxima dos pistões, a meio curso, $3^m,93$.
Numero de voltas, por minuto, para aquella velocidade, 57,75.
Trabalho em cavallos effectivos, 4000.
Velocidade media do navio em bom mar, 14,5 milhas por hora.
Duração da entrada do vapor no cylindro central, 0,80 do curso.
Duração da entrada do vapor nos cylindros extremos, 0,75 do curso.
Consumo de carvão, 1,28 kilogrammas por cavallo e por hora.
Peso da machina, 415 toneladas.
Peso dos apparelhos geradores do vapor, 280 toneladas.
Peso da agua, 115 toneladas.
Peso total, 810 toneladas.

O systema da machina do *Friedland* reune as seguintes vantagens: economia de combustivel, faculdade de

variar em limites muitos largos a velocidade da machina sem empregar engrenagens, e finalmente o equilibrio estatico quasi perfeito das differentes peças do machinismo em torno da arvore do helice, mesmo durante os maiores balanços do navio. É graças á bem imaginada applicação do principio da expansão nos tres cylindros, á reducção consideravel de pressão sobre os diversos apoios, e finalmente á bem distribuida applicação das forças, que são devidas as preciosas qualidades da machina de vapor maritima que descrevemos, e que constituia uma das maravilhas da industria dos motores de vapor no concurso internacional de 1867.

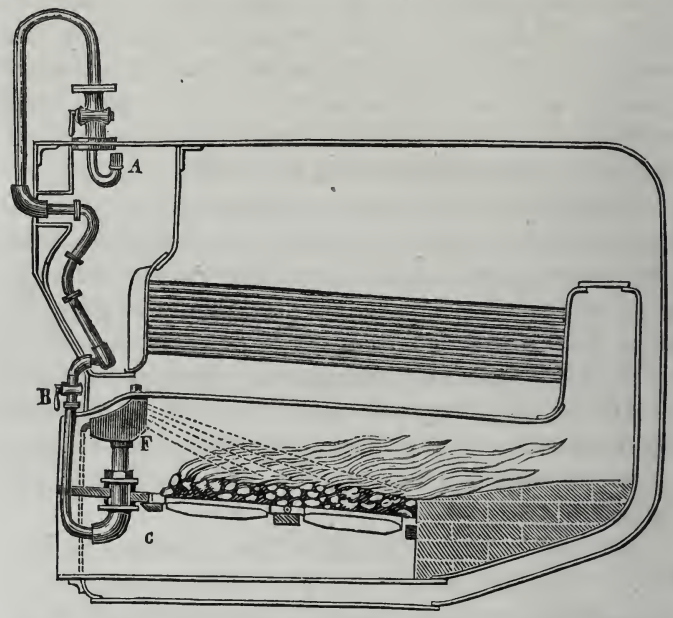
A machina do *Friedland* funccionava na exposição todos os dias, e dava movimento a um helice de quatro abas; apesar do insignificante momento de inercia do helice em relação aos momentos dos pesos das peças dotadas de movimento alternado, comtudo a marcha da machina era a mais regular possivel; desde a velocidade de 10 até 60 voltas por minuto, os seus movimentos eram suaves e regulares. Todos os orgãos d'esta machina se manifestavam de uma grande solidez e perfeita execução.

A grande machina do Indret fazia o serviço hydraulico da exposição; as suas bombas alimentavam o grande lago onde se achava o pharol francez destinado ao rochedo de Roches-Douvres, do qual já fallámos na primeira parte d'este nosso relatorio. Um grande jorro de agua saía de um canal que se elevava verticalmente, e impellido pela acção das bombas da machina do *Friedland*, caía em grandes turbilhões sobre a placida superficie liquida do lago. A extremidade do canal tinha a principio sido disposta com inclinação sobre o lago; mas forçoso foi renunciar a essa disposição, porque o jorro de agua saía com tal força que arrastava o asphalto do fundo do lago, arruinando-o em pouco tempo.

Funccionava a machina do *Friedland* com uma só caldeira, para fazer aquelle serviço hydraulico; nas suas

fornalhas foram successivamente experimentados diversos apparelhos fumivoros; o que deu melhores resultados foi o de Thierry, do qual já fallámos na primeira parte d'este nosso relatorio.

A figura junta representa um córte em uma das caldeiras da machina de Friedland, funccionando com o fu-



Caldeira da fragata couraçada franceza «Le Friedland» munida do fumivoro de Thierry

mivoro de Thierry; um tubo de ferro forjado *AB* de $0^m,01$ de espessura e de um diametro variavel conduz o vapor a um tubo *F* em fórma de *T*, direito ou em serpentina vertical ou horisontal; este tubo é munido de pequenos orificios pelos quaes o vapor é injectado sobre o combustivel; resulta uma activação na tiragem, um movimento no combustivel estabelecendo contacto mais intimo entre o ar e as partes combustiveis, e finalmente uma decomposição da agua, fornecendo o gaz hydrogenio muito combustivel, e o oxygenio que alimenta vivamente a combustão. Todas estas circumstancias concorrem para

completar a combustão, queimando-se o fumo, e economisando no combustivel que é preciso empregar para vaporisar a agua das caldeiras.

No fumivoro de Thierry o vapor é injectado completamente secco; o tubo de injecção tem uma temperatura de 200° a 500°. A acção d'este apparelho é por assim dizer instantanea. Abrindo-se a torneira *B,* o vapor injecta-se sobre as fornalhas, o fumo da chaminé desapparece, e a incandescencia apparece com extraordinaria vivacidade acompanhada de turbilhões igneos; fecha-se a torneira, a incandescencia amortece, o fumo apparece na bôca da chaminé. O apparelho de Thierry está em uso em numerosas locomotivas, e em muitos navios de vapor da marinha franceza de guerra, e o seu serviço tem sido sempre muito satisfactorio.

A força nominal da grande machina do *Friedland* é de 950 cavallos, mas póde, como acima dissemos, desenvolver-se na realidade um trabalho de 3:800 a 4:000 cavallos. Provém esta anomalia de linguagem, que se reproduz geralmente hoje em quasi todas as machinas de vapor applicadas á navegação, de que se faz ainda uso de uma formula antiga para o calculo da força das machinas, na qual entra um coefficiente numerico onde se inclue uma certa pressão do vapor na caldeira, tal qual se usava vulgarmente nos primeiros tempos da navegação de vapor, e que é muito inferior á que hoje se emprega. Resulta pois que para continuar a usar da mesma formula, é preciso considerar a unidade cavallo nominal das modernas machinas de vapor maritimas como equivalendo a tres ou quatro vezes proximamente o antigo cavallo de 75 kilogrammetros; assim na machina que descrevemos o cavallo nominal equivale proximamente a 300 kilogrammetros.

Machinas expostas pelo Creusot.—A grande fabrica franceza de Creusot expoz duas magnificas machinas maritimas e os desenhos de uma outra.

A principal era uma colossal machina de vapor da

força de 950 cavallos nominaes, destinada á fragata couraçada *L'Océan*. É do mesmo typo da machina da fragata *Friedland*. Tem tres cylindros iguaes e dispostos do mesmo lado; os extremos têem camisas onde circula o vapor, que assim mantem elevada a sua temperatura; o vapor depois de circular nas camisas dos cylindros extremos vae actuar sobre o pistão do cylindro central, a plena pressão durante uma grande parte do seu curso, e depois por expansão; depois de actuar no cylindro central, reparte-se pelos dois cylindros extremos onde actua por expansão. Depois de exercer a sua acção n'estes largos limites da dilatação, passa para os condensadores onde se reduz a liquido. Os cylindros têem 2 metros de diametro, e o curso dos pistões é $1^{m},30$; o numero medio das voltas da arvore do helice é de 55 por minuto.

A disposição geral do mechanismo é identica ao da machina do *Friedland;* é o typo Dupuy de Lôme. Os pistões têem duas hastes de diverso diametro dispostas em um plano obliquo, cujos extremos têem uma travessa, na qual articula uma bielle invertida que dá movimento á manivela do eixo do helice. O systema de guiar o movimento das hastes dos pistões é aqui porém mais complicado do que na machina do *Friedland;* na machina da fragata *Océan* as hastes dos pistões são guiadas, tanto na parte inferior como superiormente, por meio de corrediças como nas antigas machinas. Esta parte do mechanismo occupa assim forçosamente muito espaço, o que é um inconveniente, como já dissemos. O resto do mechanismo é analogo ao da machina do *Friedland,* acima descripto.

A outra machina exposta pelo Creusot era metade da machina da força de 530 cavallos nominaes destinada ao ariete couraçado *Le Cerbère*. Compõe-se esta machina de dois cylindros horisontaes de $1^{m},20$ de diametro tendo os pistões $0^{m},70$ de curso, com camisas de vapor e expansão variavel, com os mechanismos es-

peciaes para obter os effeitos de expansão; sendo a distribuição feita por sectores. Os pistões têem duas hastes de diversos diametros em um plano obliquo, como no typo das machinas que já descrevemos, as bielles tambem são invertidas. A execução d'estas duas machinas era magnifica e primorosa.

Expoz tambem o grande estabelecimento industrial do Creusot os desenhos de uma machina de vapor da força de 850 cavallos nominaes, destinada ao grande paquete a vapor transatlantico *Saint-Laurent*. Esta machina compõe-se de dois cylindros de $2^{m},20$ de diametro, tendo os seus pistões $1^{m},30$ de curso, com camisas de vapor e expansão variavel. Os pistões têem duas hastes; as bielles são invertidas; a velocidade do eixo que recebe directamente movimento dos pistões é de 40 voltas por minuto; o movimento da arvore do helice é porém accelerado por meio de engrenagens; faz 70 voltas por minuto.

O vapor depois de actuar nos cylindros da machina do Saint-Laurent é condensado em apparelhos de grande superficie; não é menos de 1:020 metros quadrados a superficie de esfriamento. O vapor desemboca por 6:560 tubos. Uma machina especial faz circular agua fria em torno d'estes tubos.

A distribuição do vapor faz-se por meio de sectores; esta manobra é feita por um mechanismo especial. O movimento póde ser mudado de sentido com toda a facilidade.

Machinas expostas pela companhia «Les chantiers et ateliers de l'Océan». — Outros importantes estabelecimentos possue a França, alem d'aquelles de que já fallámos, onde se construem poderosas machinas de vapor applicadas á navegação. Figuravam na exposição bellos specimens da industria d'estas fabricas.

A companhia denominada *Les Chantiers et ateliers de l'Océan* expoz uma magnifica machina da força de cavallos nominaes destinada á corveta couraçada *Ata-*

lante; esta machina é do typo d'aquellas recentemente adoptadas na marinha imperial franceza, e que já descrevemos. Tem tres grandes cylindros horisontaes dispostos do mesmo lado e iguaes, actuando o vapor a plena pressão só no do meio, e por expansão nos outros dois. Os pistões com duas hastes cada um dão movimento de rotação á arvore do helice por meio de bielles invertidas. As hastes dos pistões são guiadas superior e inferiormente.

Era esta machina muito bem construida.

A mesma fabrica expoz uma bomba especial para esgotamento dos navios, a qual póde ser vantajosamente empregada em certos casos independente da sua machina motora

Machinas expostas pela companhia «Forges et chantiers de la Méditerranée.—Expoz este importante estabelecimento industrial da França o esqueleto da machina destinada á fragata couraçada *Marengo;* é da força de 950 cavallos nominaes; o typo era o mesmo que o adoptado nas machinas dos navios da marinha imperial franceza inventado por Dupuy de Lôme, e do qual por vezes já fallámos. A mesma fabrica construiu o eixo do helice da grande machina do *Friedland* que descrevemos.

Expoz a mesma companhia uma machina da força de 300 cavallos nominaes, do mesmo typo que outra construida para a fragata prussiana *Friederich-Carl.* Compõe-se esta machina de dois cylindros horisontaes de $1^{m},25$ de diametro, tendo os seus pistões $0^{m},70$ de curso; o vapor antes de entrar nos cylindros circula em camisas, mantendo a sua temperatura bastante elevada. Tem expansão variavel regulada pelos excentricos e corrediças de Stephenson. Os pistões têem duas hastes; as bielles são invertidas. O veio do helice faz 81 voltas por minuto. Era este um bello specimen de machina maritima.

Junto á machina anterior figurava uma pequena ma-

china de vapor, destinada a alimentar as caldeiras dos navios, e construida tambem nas officinas da mesma companhia. N'esta pequena machina tinha o cylindro de vapor $0^m,12$ de diametro, e o seu pistão $0^m,20$ do curso. As mesmas dimensões possuia a bomba alimentar. O numero de voltas por minuto era 100, e a quantidade de agua fornecida no mesmo tempo era de 226 litros.

Citaremos ainda na exposição da companhia dos estaleiros e forjas do Mediterraneo, um pequeno escaler de vapor, forrado de cobre e elegantemente polido, tendo á pôpa uma bonita camara com assentos para doze pessoas. A machina tinha um cylindro vertical invertido, cujo pistão tinha uma haste, que por meio de bielle e manivela dava movimento de rotação ao eixo do helice que movia o barco.

Eis as principaes dimensões d'este escaler a vapor:

Comprimento do escaler, 12 metros.
Boca, $2^m,9$.
Linha de agua, $1^m,1$.
Deposito de agua para cinco horas, 1:500 litros.
Deposito de carvão para dez horas.
Diametro do cylindro, $0^m,21$.
Curso do pistão, $0^m,16$.
Voltas do helice por minuto, 300.
Força da machina, 4 cavallos.
Velocidade do barco com mar chão, 9 milhas por hora.

Machinas de Claparède e Marc Fraissinet & C.ª—Citaremos ainda na exposição de machinas de vapor applicadas á navegação na secção franceza, uma machina construida por Claparède, de Saint-Denis, da força de 60 cavallos nominaes de 225 kilogrammetros, destinada a mover um navio a helice. Tem esta machina os cylindros invertidos e verticaes, munidos de expansão. Junto a esta machina, figuravam duas caldeiras tubulares maritimas destinadas a fornecer o vapor áquella machina, e construidas tambem nas mesmas officinas.

A casa Marc Fraissinet, de Marselha, expoz tambem uma machina maritima destinada a mover um navio a

helice. É uma machina com dois cylindros verticaes invertidos, munidos de expansão variavel. Acha-se este typo reproduzido em muitas das machinas pequenas dos barcos a helice que fazem o serviço de paquetes no mar Mediterraneo.

Taes eram os principaes specimens que na classe LXVI apresentou a França no grande certame industrial do Campo de Marte. As primeiras machinas que citámos representam não só o melhor que tem produzido a industria d'este paiz, mas póde-se dizer até que é n'este ramo especial das machinas de vapor maritimas o melhor que se tem feito em todos os paizes; que caminho não fez a França na industria da construcção das machinas de vapor maritimas n'estes ultimos annos, para não ser eclipsada pela nação por excellencia superior na construcção das machinas de vapor, a sua rival, a industrial Gran-Bretanha! A este respeito, a differença entre os concursos universaes de 1862 e 1867 é bem frisante.

Modelos diversos. — A exposição franceza na classe LXVI era riquissima em modelos. Figuravam na grande galeria do trabalho das artes usuaes, no palacio do campo de Marte, modelos dos principaes navios couraçados da marinha imperial, com as suas machinas construidas fielmente por escala, geralmente no centesimo da execução; ali se viam os principaes typos das machinas modernas dos navios de guerra; era uma collecção rica e artistica; ao mesmo tempo que constituia um verdadeiro museu naval, a collecção de modelos expostos pelo ministerio da marinha franceza fornecia um quadro comparativo e technologico de muito auxilio para o estudo.

Alem dos modelos de navios e machinas maritimas expostos pelo estado, figuravam na exposição universal de 1867 muitos outros; entre estes os mais notaveis eram os exhibidos pela companhia dos estaleiros e forjas do Mediterraneo. Na rica collecção exposta por este vasto estabelecimento industrial da França, viam-se modelos de navios couraçados e de machicas construidas para a

Prussia, Italia, Brazil e Hespanha; outros construidos para a marinha imperial franceza e para o commercio; igualmente se observavam na sua exposição interessantes modelos de lanchas, escaleres, canhoneiras, barcos para a abertura do canal de Suez, com os seus respectivos machinismos, etc.

EXPOSIÇÃO INGLEZA

A secção ingleza da exposição de machinas de vapor maritimas estava menos bem preenchida do que a franceza. O mais notavel que a exposição ingleza apresentava na classe LXVI era por certo o que expoz o celebre constructor J. Penn, de Greenwich.

Machinas expostas pela fabrica J. Penn, de Greenwich. —Figurava em um dos annexos da exposição ingleza, na margem do rio Sena, uma linda machina da força de 350 cavallos nominaes, construida por J. Penn, e destinada a mover um navio a helice denominado *Sapho*.

É sabido que no systema do abalisado constructor inglez os cylindros são annullares bem como os pistões, tendo portanto muito maior diametro a fim de conservar a mesma superficie do pistão á acção do vapor. Cada pistão, em logar de haste tem um grande tubo central ou *tronco* com uma larga abertura, dentro do qual se articula a bielle, que articula com a manivela ou cotovelo do eixo do helice. As bielles oscillam pois dentro d'estes tubos, podendo dar-se-lhes grande comprimento sem ser preciso afastar muito a arvore dos cylindros. É extremamente engenhoso este systema, e de uma facilidade grande para a installação do mechanismo de transmissão de movimento sem ser necessario dispor de grande espaço. Um inconveniente grave tem porém o apreciado systema do celebre constructor inglez, e é possuir uma enorme superficie nos tubos que em cada vaivem sáem fóra dos cylindros, o que forçosamente dá logar a produzir-se um grande esfriamento, e portanto uma perda de força.

A machina do navio *Sapho* exposta por J. Penn, apresentava um dos modernos condensadores de grande superficie. Uma pequena machina de vapor composta de dois cylindros verticaes e invertidos dava movimento a uma bomba rotativa, que aspirava agua do mar e a injectava no condensador, onde o vapor circulando em numerosos canaes, em contacto com um enorme desenvolvimento de superficie de esfriamento, se condensava.

A machina da *Sapho* tinha dois cylindros horisontaes com expansão variavel, regulada pelos excentricos e corrediças de Stephenson.

A machina de Penn estava todos os dias em movimento no annexo da margem do rio Sena, na secção da exposição maritima da Gran-Bretanha; mas não era o vapor que fazia funccionar esta machina; o movimento era recebido de uma locomovel, por meio de engrenagem; a dita locomovel dava tambem movimento a diversos modelos de machinas de vapor maritimas expostos no mesmo edificio.

O notavel constructor de Greenwich expoz tambem uma linda machina de vapor para lancha ou escaler. A caldeira d'esta machina era proximamente cylindrica, fazendo lembrar na fórma as das locomotivas; na parte posterior e em cima tinha um capacete onde existiam as valvulas de segurança e onde se abriam os tubos de communicação por onde ía o vapor da caldeira para os cylindros das machinas. O gerador de vapor era completamente revestido de um envolucro mau conductor do calorico; exteriormente apresentava uma linda cobertura de madeira envernizada.

De cada lado da caldeira e na parte posterior ha dois cylindros verticaes e invertidos, cujos pistões por meio de bielles e manivelas dão movimento a dois eixos collocados um de cada lado da caldeira, no sentido longitudinal, tendo nas extremidades um helice. Os cylindros têem todos um revestimento mau conductor do calorico, o qual abriga simultaneamente cada cylindro e seu dis-

tribuidor de vapor. Tinha pois a machina quatro cylindros e dois helices.

Ha grande vantagem em haver dois helices collocados á pôpa do barco, um de cada lado do leme; não só governam melhor os barcos munidos de dois helices do que aquelles que só têem um, mas alem d'isso havendo qualquer accidente que impossibilite um de funccionar fica ainda o outro, com o qual o barco póde continuar a caminhar. Nos grandes navios ainda ha outra vantagem em haver dois propulsores heliçoidaes, porque então o enorme esforço exercido sobre o propulsor, sendo repartido por dois eixos iguaes não os fatiga tanto, o que é muito importante de attender nas grandes machinas de vapor maritimas.

Todas as machinas expostas por J. Penn eram de uma execução primorosa; todos os orgãos eram feitos com solidez e elegancia; desde a mais forte peça até á mais insignificante, desde a grande arvore do propulsor até ao mais pequeno parafuso, tudo nas machinas do notavel constructor inglez denotava a perfeição e o adiantamento da industria das machinas de vapor no grande estabelecimento de Greenwich.

Lancha a vapor de Rennie. — A conhecida fabrica de J. Rennie, de Londres, tambem expoz uma boa machina de vapor para lancha. Na machina de Rennie ha dois cylindros verticaes invertidos, com revestimento mau conductor de calorico. Cada cylindro tem um pistão que por meio da respectiva bielle e manivela dá movimento a um eixo que tem um helice. Tem pois esta machina dois cylindros e dois helices.

Machina de W. Denny. — Citaremos ainda na exposição ingleza das machinas de vapor applicadas á navegação uma machina de W. Denny, de Dumbarton, na Escocia, destinada para um navio a helice pertencente á republica do Rio da Prata. Esta machina consta de quatro cylindros verticaes invertidos, com expansão variavel. Occupa esta machina um espaço muito pequeno; mas a

grande concentração de todos os orgãos do mechanismo tem o inconveniente de difficultar o accesso, quando se haja de proceder a qualquer reparação tornada necessaria por algum pequeno accidente que sobrevenha, sendo preciso muitas vezes parar, e ter que desmontar certas peças para poder attingir outras que exigem algum arranjo.

Modelos diversos. — Figuravam no annexo da exposição maritima ingleza, na margem do rio Sena, diversos modelos de machinas de vapor de diversos systemas, pertencentes a diversos navios. Alguns d'estes modelos já tinham figurado na exposição universal de Londres, em 1862, e representavam typos de machinas já hoje pouco usados. A sua execução era perfeita, e davam uma idéa clara do mechanismo e do modo por que funccionavam as machinas de vapor maritimas cujo typo representavam.

EXPOSIÇÕES SUISSA, ITALIANA, SUECA E ALLEMÃ

Machina suissa. — Na exposição da confederação helvetica, em um dos annexos do parque onde se achavam exhibidas varias machinas agricolas, vimos uma machina de vapor maritima, do typo d'aquellas que usam os numerosos barcos que navegam nos pittorescos lagos da republica suissa. Esta machina, exposta pelos constructores Escher e Wiss, era destinada a dar movimento ao propulsor de rodas de pés, que é o mais usado na navegação dos lagos, e em geral o que mais convem para navegar em aguas ordinariamente tranquillas, e com grande velocidade.

Para occupar o menor espaço possivel, e ao mesmo tempo poder dar ás bielles e ao curso dos pistões uma sufficiente extensão, os cylindros achavam-se collocados em uma posição inclinada; eram quatro; em dois só porém actuava o vapor a plena pressão; nos outros dois só actuava por expansão.

Exposição italiana. — Na secção italiana, vimos na

grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio, uma machina maritima exposta pela casa Westermann, de Genova; era uma machina de dois cylindros horisontaes, que nada apresentava de notavel; era destinada a dar movimento a um navio a helice.

O constructor Ansaldi, de Livorno, do qual já fallámos, expoz uma arvore, bielles de ferro e um pistão de tronco, do systema Penn, para uma machina de vapor maritima da força de 900 cavallos nominaes; o que mostra que no novo reino de Italia se emprehende já a construcção de grandes motores de vapor para os applicar á locomoção dos navios.

Machina sueca. — Na esposição do reino de Suecia, na grande galeria do trabalho, na secção dos motores de vapor, via-se uma pequena machina maritima de cylindro vertical e invertido, com expansão, que dava movimento a um pequeno helice. Era exposta pelo constructor Matala, de Gothembourg.

Exposição prussiana. — Na grande e esplendida exposição da celebre fabrica de Krupp, na secção prussiana da grande galeria das machinas do palacio, vimos uma magnifica arvore com dois cotovelos ou manivelas, de aço fundido em cadinho, para um navio a helice transatlantico. Era um specimen admiravel, feito de uma só peça e que pesava 9:250 kilogrammas, tendo $7^m,846$ de comprimento e $0^m,392$ de diametro. Via-se tambem ao lado d'este eixo uma grande massa de aço fundido, pesando 40:000 kilogrammas, cuja parte superior tinha sido forjada em fórma de prisma de oito faces, tendo $1^m,467$ de diametro. Diversas fendas feitas expressamente n'esta grande massa, mostravam a belleza da sua estructura; metade da face superior era polida para bem mostrar a finura, densidade e pureza da massa. Viam-se pois n'este producto diversas phases da sua fabricação. Era esta grande massa de aço fundido destinada a ser forjada em arvore de helice para um navio a vapor. O grande estabelecimento industrial da Prussia não apre-

sentou na classe LXVI senão estes dois objectos; mas esses specimens eram sufficientes para mostrar a que ponto chega o progresso da industria do aço na primeira nação da Allemanha.

A GRANDE FABRICA DE KRUPP

Julgâmos que será de bastante interesse para o leitor a seguinte breve noticia do celebre estabelecimento industrial de Friederich Krupp, que é por certo o mais notavel de todos quantos possue a Allemanha, e mesmo os outros paizes, ou para melhor dizer, a celebre e mysteriosa fabrica prussiana é a primeira e unica no seu genero.

Fica a grande fabrica na Prussia Rhenana, em Essen, a uma distancia de 12 leguas proximamente de Colonia. Ainda no fim do seculo passado Essen era propriedade de uma abbadessa. Desde 1815 pertence ao reino da Prussia. Grandes fortunas se fizeram á custa da exploração das minas de carvão de pedra d'estas regiões. Tem a actual fabrica de Essen um só proprietario que é Friederich Krupp. Seu pae começou a fabricação do aço, mas com pouco successo; seu filho foi mais feliz; ao principio apenas com dois operarios, foi successivamente augmentando e desenvolvendo o enorme estabelecimento que occupa hoje mais de 200 hectares de superficie, dos quaes 52 se acham occupados por diversas construcções.

A especialidade do grande estabelecimento prussiano é a fabricação de objectos de aço. Em termo medio a producção annual do aço fundido em cadinho regula por 60 milhões de kilogrammas. Para obter este resultado consome a fabrica prussiana diariamente um milhão de kilogrammas de carvão de pedra; alem d'isso gasta o estabelecimento de Krupp muito carvão na producção do ferro que ha de ser convertido em aço.

É sabido que o ferro coado toma, pela fusão em moldes, a fórma que se quer; mas a maior pressão ou ac-

ção do martello não lhe póde dar nova fórma, qualquer que seja a temperatura a que se façam estas operações mechanicas; taes acções o quebrariam, pela sua grande fragilidade. Possue o ferro coado uma certa porção de carvão que ordinariamente se avalia em 2 a 5 por 100. O ferro batido possue propriedades oppostas; é de difficil fusão, mas é flexivel, ductil e tenaz; á temperatura rubra, pela acção do martello póde dar-se-lhe as fórmas as mais variadas; pela laminagem reduz-se a folhas delgadas, e pela fieira se reduz a fios. Para unir dois fragmentos de ferro coado é preciso refundi-los novamente; pelo contrario, para soldar dois bocados de ferro forjado, não ha mais do que aquece-los ao rubro branco, e comprimi-los um de encontro ao outro pela pressão e martellagem. Vê-se pois que as propriedades do ferro coado não as possue o ferro forjado.

É o aço que veiu resolver o problema da reunião de ambas as qualidades. O aço contém meio a 2 por 100 de carvão proximamente; emquanto á verdadeira composição chimica do aço ainda é um segredo para a sciencia. Mas a pratica tem conseguido achar diversos methodos para fabricar o aço. Póde obter-se o aço despojando o ferro coado de parte do seu carvão, ou fundindo juntos o ferro com o carvão; variando as dóses, variam as propriedades do aço obtido.

Na fabrica de Krupp o aço é geralmente obtido despojando, pela acção de uma elevada temperatura, o ferro coado de algum carvão. Este aço assim obtido é misturado em fragmentos com uma qualidade especial de ferro e introduzido em cadinhos; submettidos os cadinhos á acção de altas temperaturas o ferro funde-se no aço e mistura-se com elle, roubando-lhe algum carvão, e resulta d'esta operação o aço fundido. Os fornos são de tijolos escossezes altamente refractarios. Os cadinhos são feitos de uma mistura de bocados de velhos cadinhos, tijolos, barro refractario e graphite; são feitos mechanicamente; geralmente só servem uma vez.

Os fornos onde se introduzem os cadinhos para a fusão do aço acham-se dispostos ao longo das paredes de uma grande rua; cada um póde conter 4, 8, 12 e mais cadinhos. Os moldes que devem receber o aço fundido estão dispostos em linha defronte dos fornos; de cada lado correm caminhos de ferro onde se movem guindastes a vapor. O molde communica com uma grande tina, e esta com canaes diversos que se dirigem aos diversos fornos. Quando o chefe que dirige o trabalho da fundição julga que o aço se acha no ponto de fusão desejado em todos os fornos, faz um signal, e ao mesmo tempo em cada forno os operarios abrem as portas das fornalhas, com ganchos de ferro levantam os cadinhos, e suspendem cada um a uma barra levada aos hombros por dois homens; estes levam-n'os para junto da abertura dos canaes que communicam com o molde; immediatamente outros operarios por meio de uns ganchos com annel os encostam e viram sobre os canaes vasando o liquido incandescente, que corre para a tina e d'esta para o molde.

Logoque um cadinho se vasou é lançado em um subterraneo; os ganchos, mettidos em agua; todo o solo fica desobstruido. A tina que recebe o aço fundido regularisa a sua entrada no molde. Esta tina, canaes e molde são de ferro, revestidos interiormente de barro refractario. No fim de alguns minutos um molde contendo 40:000 ou 50:000 kilogrammas de aço fundido está cheio.

No fim de duas ou tres horas o aço solidifica completamente e não adhere ao molde; o guindaste a vapor pega no molde e leva-o, e em seguida toma o objecto de aço e leva-o do mesmo modo para as officinas onde deve ser trabalhado. Quando as massas de aço fundido têem que esperar algum tempo antes de serem forjadas, são conservadas envolvidas por pequenas paredes de tijolo onde se contêem brasas, que assim lhes conservam uma temperatura superior a 200 ou 300°.

A industria do aço acha-se mais adiantada em Allemanha do que nas outras nações. O pasmo foi grande quando na exposição universal de Londres em 1851 appareceu uma massa de aço fundido de 2:250 kilogrammas, exposta por F. Krupp. A existencia de uma tal massa de aço fundido provava com effeito a possibilidade de empregar esta substancia na fabricação de grandes peças de machinas e na artilheria. Desde então as dimensões dos objectos que se podem fazer de aço fundido não estão dependentes senão da grandeza e numero dos fornos de fundição do aço. Quanto aos limites a que isto têm chegado só diremos que Krupp apresentou na exposição de 1862 uma massa de aço fundido de 22:500 kilogrammas, e na exposição de 1867 a massa de aço fundido exposta pela grande fabrica de Essen pesava 40:000 kilogrammas; tinham sido empregados para moldar esta massa 1:500 cadinhos. Como dissemos, era destinada á fabricação de uma arvore para o helice de um grande navio a vapor.

Não só a operação da fusão e moldagem de enormes quantidades de aço é feita no estabelecimento de Krupp, de um modo admiravel, que tem rodeado a pequena *villa* industrial de Essen de toda a especie de lendas, mas as operações mechanicas, que as grandes massas de aço fundido têem de soffrer para com ellas se fabricarem as enormes peças de artilheria, as colossaes bielles e arvores de machinas de vapor, etc., têem dado origem a muitos contos sobre os meios extranaturaes de execução, dando logar a muitas fabulas, para que têem concorrido tambem as difficuldades que ha a vencer para penetrar no seu recinto. Tudo isto emfim tem causado nas pessoas entendidas uma certa indecisão, inquietação e duvidas sobre os possantes meios de que dispõe o celebre estabelecimento prussiano. Dir-se-ía que n'esta região das margens do Rheno, tão cheia de lendas e romances de outras epochas, a grande industria da pequena *cidade* de Essen ainda com as suas maravilhas metallur-

gicas e mechanicas veiu juntar novas lendas ás antigas tradições.

O facto é que tudo que é possivel obter de uma simples massa de aço fundido por meio de diversas operações mechanicas, realisadas com as mais possantes machinas de forjar, tornear, alisar, furar, cortar, etc., é feito por Krupp de um modo verdadeiramente excepcional.

Para forjar tão enormes massas de aço fundido os martellos ordinarios a vapor seriam completamente insufficientes. Foi preciso que F. Krupp expressamente fizesse construir um enorme martello cuja cabeça pesa 50:000 kilogrammas, para que fosse possivel forjar as grandes peças ultimamente fabricadas na grande fabrica de Essen. Muitos têem duvidado da existencia d'este grande utensilio do trabalho. Os maiores martellos a vapor usados nas officinas inglezas têem de peso 20:000 kilogrammas; o grande martello da fabrica de Creusot pesa 15:000 kilogrammas; o da fabrica de Petin e Gaudet pesa 10:000 kilogrammas. Julgâmos ser pois de bastante interesse o descrever aqui o fabuloso martello a vapor da fabrica de Krupp.

A base onde assenta o martello compõe-se de um profundo alicerce de cantaria; sobre este assenta um segundo leito formado de fortes carvalhos do famoso bosque de Teutbourg; sobre este assenta um terceiro leito formado de cylindros de ferro fundidos em segmentos e fortemente ligados entre si. É sobre esta forte base que assenta a bigorna. De cada lado da bigorna, a tres metros de distancia e sobre a mesma base, elevam-se quatro columnas ôcas de ferro fundido, curvas superiormente, as quaes formam um portico de cinco metros de elevação, em cima do qual ha a armadura que sustém e dirige a haste do martello. Exteriormente e sobre outros alicerces elevam-se outras columnas de ferro que sustêem grandes travessas sobre as quaes é fixado o cylindro de vapor, cujo pistão sustenta e levanta o martello.

Com esta disposição os choques do martello e as vibrabrações que d'ahi resultam não se communicam directamente á machina de vapor.

A cabeça do martello é feita de aço fundido coberto no momento da moldagem por ferro fundido, que pelo esfriamento se une intimamente ao aço. A bigorna é movel, para se poder substituir por outra em caso de accidente. Empregam-se differentes bigornas segundo as peças a forjar. Eis as principaes dimensões authenticas do legendario martello a vapor:

Diametro do cylindro de vapor, $1^m,80$.
Curso ou quéda do martello, 3 metros.
Distancia entre as columnas que sustêem o martello, 7 metros.
Comprimento da cabeça do martello, $3^m,70$.
Largura da mesma, $1^m,59$.
Espessura da mesma, $1^m,25$.
Peso da mesma, 50:000 kilogrammas.

Nos quatro cantos da possante machina que descrevemos ha quatro guindastes a vapor podendo elevar 1:000 kilogrammas cada um; por detrás d'elles ha quatro fornos cujo lar é movel. Uma locomotiva traz da respectiva officina a peça a forjar; um dos guindastes pega n'ella e fa-la entrar em um dos fornos; quando se acha ao rubro desejado, um molinete a puxa para fóra, um guindaste a levanta e a conduz á bigorna; chegando aqui um molinete especial a colloca sobre a bigorna na posição desejada; o grande martello, ás ordens do mestre que dirige a operação, desce docemente a beijar a peça na parte onde se quer que bata, como para lhe indicar bem o logar; immediatamente começa a bater incessantemente, e as suas vibrações ao longe se fazem ouvir. Custou o grande martello mais de 400:000$000 réis. Parece que o seu proprietario pensa em construir outro de 100:000 kilogrammas!

A maça de aço fundido, onde foi forjada a grande peça de artilheria de carregar pela culatra, construida por Krupp, que figurava na exposição universal de París de 1867, pesava 42:500 kilogrammas; depois de cor-

tada, forjada, brocada e torneada ficou o seu peso reduzido a 20:000 kilogrammas. Esta peça é revestida de cintas duplas na bolada e triplas na culatra forjadas em massas de aço fundido pelo mesmo systema que as cintas das rodas dos wagons; o seu peso total é 30:000 kilogrammas. Assim o peso total da colossal peça de artilheria prussiana é 50:000 kilogrammas; o seu diametro é $0^{m},356$. Os seus projectis pesam 1:000 kilogrammas. A nossa escola naval possue um modelo d'esta peça.

A massa de aço fundido em que foi forjada a grande arvore de helice, que figurava na exposição, e que pesava, como dissemos, 9:250 kilogrammas, tinha de peso 27:500 kilogrammas; pelas operações de forja, córte, torno, etc., perdeu aquella peça 18:250 kilogrammas de peso.

Ainda se vêem nas vastas officinas de F. Krupp os antigos martinetes a vapor; longos martellos, cujo cabo se articulava na extremidade e recebia a meio o movimento da haste do pistão do cylindro de uma machina de vapor; alguns d'estes martellos não pesam menos de 10:000 kilogrammas.

Possue a fabrica de Krupp uma collecção de machinas, utensilios e ferramentas, a mais rica e completa talvez das que ha no mundo; a maior parte de todos estes instrumentos do trabalho foi fabricada no mesmo estabelecimento. A especialidade da industria de Essen é o trabalho sobre grossas peças. Entretanto tem o seu proprietario uma rica collecção de relevos de ferro fundido, sem retoque, dos principaes monumentos da Allemanha; o ferro que serve para isto é tirado dos altos fornos de Sayn.

Depois da fabricação das grandes bôcas de fogo e em geral das grandes peças de aço fundido, uma das curiosidades mais interessantes do grande estabelecimento prussiano é sem duvida o modo por que se fazem as cintas de aço fundido para rodas de locomotivas e wagons.

Eis uma succinta noticia sobre o processo de fabrico

d'este importante producto industrial. Toma-se uma barra de aço fundido, pesando 2:000 ou 3:000 kilogrammas, sendo a sua espessura em termo medio $0^m,25$; esta barra é aquecida em um forno até ao rubro e em seguida collocada sobre uma bigorna; sobre ella apoia-se um grande cutello sobre o qual bate um martello a vapor. Cortam-se assim bocados, cujo peso varia ordinariamente de 150 a 400 kilogrammas.

O bocado cortado na barra pelo modo descripto é submettido á acção de um martello a vapor que lhe dá a fórma de prisma rectangular, arredondado um pouco nos extremos. Este prisma é aquecido em um forno ao rubro e collocado sobre uma bigorna onde uma cunha comprida pela acção dos golpes do martello lhe faz no centro uma abertura de $0^m,02$. Pela acção successiva de cunhas se alarga esta fenda. A peça fica então com a fórma de um losango alongado.

Em seguida a peça é collocada ao alto e batida pelo martello a vapor; o losango toma então a fórma de um quadrado. Em seguida para dar á peça a fórma circular, colloca-se sobre uma bigorna que tem uma grande fenda vertical onde entra o circulo, logoque este se forma, apoiando-se sobre um mannequin os lados que limitam a fenda; pela acção do martello a vapor sobre o annel de aço, fazendo girar este convenientemente, dá-se-lhe a fórma de uma circumferencia perfeita; depois o annel é batido horisontalmente por outro martello a vapor sobre uma bigorna massiça; d'este modo todos os angulos desapparecem, e as moleculas do aço ficam muito juntas e mais intimamente ligadas.

Finalmente uma ultima operação soffrem os anneis de aço em laminadores especiaes onde se exercem diversas pressões simultaneamente; uma pressão exercida por dois cylindros troncados aperta a parte superior do annel, e faz sobresaír um rebordo na sua circumferencia exterior, rebordo, que como é sabido, o ha de reter durante o movimento sobre os carris dos caminhos de

ferro. Outras pressões se exercem nas faces da cinta, que dão a final á peça o seu acabamento.

Os martellos que servem n'estas operações pesam de 10:000 a 20:000 kilogrammas. São guindastes a vapor que correndo sobre carris pegam nas peças para as submetter ás diversas operações mechanicas.

As dimensões regulamentares são dadas ás cintas de aço por meio de um cylindro massiço composto de fragmentos que se abre gradualmente pela acção de uma prensa hydraulica, e que estende e alarga até ao ponto exigido a cinta previamente aquecida, e collocada horisontalmente sobre uma placa, no centro da qual se eleva o cylindro. Durante esta pressão grandes golpes de martello sobre a cinta mostram se tem alguma fenda.

Segundo os calculos de F. Krupp, uma cinta de aço que aperta uma roda de locomotiva deve fazer um caminho de 400 kilometros por kilogramma de peso; assim uma cinta pesando 400 kilogrammas é garantida para um curso de 160:000 kilometros.

A fabrica de Essen fornece presentemente, para os caminhos de ferro dos diversos paizes, uma enorme quantidade de eixos de aço fundido para wagons e locomotivas, molas, carris, etc.; para as minas fornecem as officinas de Essen muito material, no qual se notam as bellas hastes de aço fundido de grande comprimento para bombas; para as machinas maritimas têem construido muitos dos principaes orgãos. Em geral onde se exige segurança e resistencia os productos de aço fundido das grandes officinas de Essen são de um merecimento excepcional.

Modernamente o illustre proprietario das officinas de Essen conseguiu fazer rodas para wagons e locomotivas de aço fundido massiças, saíndo pela fusão e solidificação no molde completamente aptas para serem empregadas em serviço. É este um aperfeiçoamento interessante, que porém ainda não tem sido adoptado por todas as companhias de caminhos de ferro.

Mas se o grande estabelecimento industrial da Prussia fornece possantes meios de trabalho para a exploração das minas, para os caminhos de ferro, para a navegação de vapor, para toda a especie de machinismo de officinas, e é assim um dos mais importantes elementos da civilisação do nosso seculo, por outro lado quasi metade da sua producção tem um fim nada pacifico; com effeito mais de dois quintos da fabricação das officinas de Essen dizem respeito ao material de guerra; póde até dizer-se que o fabrico da artilheria de aço, desde a pequena peça de calibre 4 até á colossal bôca de fogo de calibre 1:000, eclipsa todas as outras producções mais civilisadoras do celebre estabelecimento.

Muitos dos geradores de vapor que alimentam as numerosas machinas que funccionam na grande fabrica de Essen acham-se reunidos em uma vasta officina; formam uma linha de cincoenta caldeiras, cada uma com dois tubos ebullidores de 9 metros de extensão. Perto se acham as officinas de caldeiraria, de fabricação de rodas e cintas para wagons, etc.

Os diversos geradores communicam com um grande tubo de 1 metro de diametro, o qual se divide em varias ramificações que levam o vapor aos diversos motores.

Possue a fabrica de Essen tambem um laboratorio chimico onde se analysam os diversos productos, e um gabinete para o exame da resistencia e propriedades physicas dos aços produzidos.

Consome a fabrica de Essen 4:200 litros de agua por minuto. A agua de beber é fornecida pelo rio Ruhr. A maior parte da agua para as machinas vem por canaes de 6 kilometros de extensão das minas de carvão de pedra; esta agua antes de servir repousa em grandes lagos artificiaes. O resto é tirado de um poço de 40 metros de profundidade e elevado a um reservatorio situado em uma torre de 60 metros de altura; este reservatorio contém 150:000 litros de agua; d'elle partem encanamentos que levam a agua a todas as officinas.

Possue a celebre fabrica de Essen 412 fornos para a fundição do aço, seu recozimento e cementação; 195 machinas de vapor da força de dois a mil cavallos, com cento e vinte geradores de vapor que vaporisam por dia 5:500 metros cubicos de agua; a pressão media do vapor é de quatro atmospheras. Alem d'estas machinas ha ainda 49 martellos a vapor, entre os quaes figura o grande martello de 50:000 kilogrammas.

As diversas officinas de Essen possuem 110 forjas, 318 tornos, 111 machinas de aplainar, 84 de furar, 75 de polir, 61 de alisar e 26 para diversos outros serviços.

As diversas partes do grande estabelecimento estão ligadas por vias ferreas; um caminho de ferro de cintura rodeia todas as officinas; d'elle partem numerosos ramaes que levam as locomotivas ás diversas repartições d'esta excepcional fabrica. Occupa este caminho de ferro 6 locomotivas e 200 wagons, e tem de extensão 28 kilometros; alem d'isso ha numerosas vias ferreas e locomotivas especiaes para os diversos serviços mechanicos da fabrica.

Occupa o serviço de todo o estabelecimento 8:000 operarios nos trabalhos de aço e 2:000 nos trabalhos das minas de carvão e ferro, e nas fundições e altos fornos, tanto em Essen, como no Rheno e Nassau. O numero dos habitantes, incluindo as familias dos operarios e empregados, é de 20:000. Uma fabrica de gaz de illuminação fornece diariamente 14:800 metros cubicos de gaz, que alimentam nos dias de inverno mais de 11:000 bicos.

O proprietario da fabrica de Essen tem gasto em construcções e em machinas mais de 10.000:000$000 réis. A producção annual da fabrica tem sempre crescido; foi em 1866 de perto de 6.000:000$000 réis.

A producção do aço fundido foi em 1866 de sessenta e dois milhões e meio de kilogrammas. Os productos de mais venda, são as cintas, rodas e eixos de locomotivas e wagons; anda por 40:000 o numero de cintas e rodas

que exporta annualmente o grande estabelecimento de Essen; o seu preço na fabrica é de 200 réis proximamente o kilogramma; para os carris de aço fundido o preço é apenas de 80 réis o kilogramma em Essen. Para a artilheria porém o preço eleva-se a 1$680 réis proximamente o kilogramma, e em certas machinas o preço é mais elevado.

O acrescimo da producção tem sempre augmentado de progressão; ha quarenta annos que existe a fabrica, desde 1827 até 1864 o acrescimo foi de um terço, excepto em 1848, que foi muito menor; em 1865 foi de metade o acrescimo da producção; em 1866 porém excedeu ainda esta progressão.

Na exposição universal de 1867 expoz a fabrica de Essen, na classe LXVI, apenas dois objectos, um ainda por acabar e outro completamente prompto. Mas estes dois objectos da producção do grande estabelecimento prussiano eram sufficientes para mostrar a grande perfeição a que chegou a industria do aço na fabricação de peças destinadas a machinas de vapor applicadas á navegação. A exposição de F. Krupp mostrava ao lado d'aquelles specimens diversos objectos para locomotivas e wagons, e varias bôcas de fogo de aço. O valor total dos objectos expostos excedia 180:000$000 réis.

III

LOCOMOTIVAS

DESCRIPÇÃO GERAL, E CARACTERES GENERICOS DOMINANTES NAS LOCOMOTIVAS DA EXPOSIÇÃO UNIVERSAL DE 1867

O material dos caminhos de ferro era representado na exposição universal de 1867, pela classe LXIII. Como parte essencial d'este material, figuravam n'esta classe as locomotivas.

As locomotivas são machinas que junto com a sua

respectiva caldeira estão montadas sobre um carro que tem rodas, o mais geralmente seis, que rolam sobre carris de ferro; duas d'estas rodas recebem directamente movimento das machinas, e dizem-se por isso rodas motoras.

A caldeira em que se forma o vapor, pela vaporisação da agua, é nas locomotivas cylindrica e horisontal, tendo muitos tubos no sentido longitudinal. Atrás da caldeira ha a *caixa de fogo,* onde existe a grelha, sobre a qual se colloca o combustivel; as chammas e productos provenientes da combustão passam pelo interior dos tubos da caldeira e desembocam pela outra extremidade na *caixa de fumo* e sáem pela chaminé. D'este modo o numero de pontos de contacto entre a agua contida na caldeira e o calor é muito grande, d'onde resulta um grande poder de vaporisação. É esta, como já por vezes temos dito, a grande vantagem das caldeiras tubulares inventadas por Séguin. A superficie total de aquecimento, comprehendendo fornalhas e tubos, excede actualmente nas grandes locomotivas a 200 metros quadrados.

Nas locomotivas ha duas machinas; o vapor que vem da caldeira entra alternadamente por cada lado do pistão do cylindro de cada machina, imprimindo assim aos pistões movimento de vai-vem ou rectilineo alternado. A haste de cada pistão articula com uma bielle, e esta articula com uma manivela fixa ao eixo das rodas motoras. Os dois cylindros estão dispostos de modo que quando uma bielle está prolongada com a sua manivela, posição em que não tem acção alguma para transformar o movimento rectilineo alternado em movimento de rotação, está a outra bielle na posição com a manivela em que tem o maximo de acção; regula-se pois e equilibra-se assim a acção das duas machinas. As locomotivas são pois machinas de acção directa.

Depois de actuar nas machinas, o vapor vae para a atmosphera saíndo pela chaminé; e como o vapor tem

grande pressão, sáe com grande velocidade e produz uma forte corrente de ar na chaminé, activando assim excessivamente a tiragem que torna mui viva a combustão. Nas locomotivas não ha pois condensação do vapor.

Para regular a entrada do vapor, ora por um ora por outro lado do pistão, o vapor que vem da caldeira entra em um *distribuidor,* que é uma caixa fixa a um lado de cada cylindro, na qual se move, com movimento de vai-vem, uma peça chamada *gaveta;* é este orgão que faz communicar alternadamente os dois lados do cylindro, ora com a caixa ou distribuidor de vapor, ora com o canal que vae desembocar na chaminé; de modo que quando um dos lados do cylindro se acha em communicação com a caldeira, acha-se o outro em communicação com a atmosphera. As gavetas recebem movimento rectilineo alternado por meio de tirantes e excentricos montados sobre o eixo das rodas motoras.

Como é sabido, quando a caldeira não communica com o cylindro durante todo o curso ou passeio do pistão, quando, por exemplo, chegando o pistão a metade do seu curso, se interrompe aquella communicação, o vapor que já estava no cylindro, dilatando-se, continua a fazer mover o pistão. Este systema da expansão como por vezes já temos mostrado é muito vantajoso, não só por haver economia de vapor, poisque, por exemplo, no caso figurado, se gastava em cada golpe do pistão metade do vapor que se gastaria se não houvesse expansão, mas sobretudo porque se transforma em trabalho maior porção do calor que leva o vapor.

O grau em que se faz a expansão póde augmentar ou diminuir, segundo se interrompe a communicação do cylindro com a caldeira em uma fracção menor ou maior do curso do pistão. A relação entre o curso total do pistão e a fracção d'esse curso onde começa a expansão chama-se *relação da expansão.*

Nas locomotivas esta relação é variavel; regula-se dando maior ou menor curso ao movimento da gaveta;

empregam-se geralmente para este effeito os excentricos e corrediças de Stephenson.

Nas locomotivas a pressão do vapor é sempre muito alta, 7 a 10 atmospheras. São pois as locomotivas machinas de acção directa, de alta pressão, com expansão variavel e sem condensação.

Para que o vapor que vae para os cylindros não arraste comsigo muitas gotas de liquido gerador, costuma haver na parte superior da caldeira, a meio, adiante ou atrás, uma especie de zimborio ou capacete onde o vapor se acha por consequencia mais alto e a maior distancia da agua liquida; é n'este capacete que se abre o tubo que estabelece a communicação da caldeira para as machinas. A torneira de communicação abre-se ou fecha-se por meio de uma alavanca, a qual é movida por meio de uma roda, que se acha á mão do conductor que vae na parte posterior da locomotiva.

A caldeira da locomotiva é munida dos respectivos accessorios, quaes são os manometros metallicos indicando a pressão do vapor expressa em atmospheras (a atmosphera equivale á pressão de $1^{kil.},033$ por centimetro quadrado de superficie), os indicadores de nivel da agua na caldeira, que são os tubos de vidro, torneiras e indicador de alarme; as valvulas de segurança, que são valvulas que fecham certas aberturas que tem a caldeira e contra as quaes são mantidas pela acção de molas e alavancas, calculadas de modo que quando o vapor exceder em tensão aquella que se pretender que seja o maximo que elle possa attingir, abre as valvulas e sáe para fóra. Alem d'isso a caldeira tem o tubo de communicação que leva o vapor ás machinas, o tubo para a alimentação da agua para a vaporisação, etc.

No tender, carro que vae atrás da locomotiva, é que se acham os depositos de agua e carvão. De vez em quando, durante o seu transito, os comboios param, e a locomotiva leva o tender até junto de certos depositos de agua que ha ao lado das vias ferreas, onde se for-

nece da agua que continuamente precisa para a sua alimentação.

Para fazer passar a agua do reservatorio do tender para a caldeira da locomotiva empregavam-se antigamente bombas movidas pelas proprias machinas; porém modernamente emprega-se o engenhoso apparelho conhecido com o nome de injector de Giffard. N'este apparelho o vapor vem da caldeira por um tubo que termina conicamente e encontra a pequena distancia outro tubo, dentro de uma caixa communicando com o reservatorio da agua; este outro tubo communica com a parte inferior da caldeira mergulhando na agua. O vapor vindo da caldeira pelo primeiro tubo, pela força viva adquirida, obriga a agua a caminhar pelo segundo tubo e a entrar na caldeira. Regula-se a marcha d'este apparelho, modificando convenientemente a posição e grandeza dos orificios e canaes de communicação.

Para que do movimento de rotação que das machinas de vapor recebem as rodas motoras das locomotivas resulte o movimento de translação ao longo das vias ferreas, é preciso que a fricção entre as rodas e carris seja sufficiente, aliás as rodas giram sempre sobre os mesmos pontos *dos rails;* é por isso que as locomotivas são tão pesadas; é para augmentar a adherencia entre as rodas e carris que se augmenta o peso das locomotivas. Em geral a adherencia regula pela sexta parte do peso; assim, uma locomotiva que pesa 30:000 kilogrammas, utilisando todo o seu peso, desenvolve uma adherencia de 5:000 kilogrammas. Mas na pratica um par de rodas não deve ser carregado geralmente com um peso superior a 12:000 ou 13:000 kilogrammas; reunindo porém por meio de bielles e manivelas as duas rodas motoras ás outras rodas, que devem n'este caso ser todas de igual diametro, obtem-se a adherencia desejada.

Suppondo que não ha escorregamento entre as rodas e carris, por cada volta que dão as rodas motoras, o espaço andado em translação é igual á circumferencia

das ditas rodas; logo, sendo iguaes todas as outras circumstancias, quanto maiores forem as rodas motoras, maior será a velocidade das locomotivas. Mas as rodas muito grandes elevando muito o centro de gravidade de todo o systema, o que forçosamente lhe diminue a estabilidade, quando se quer dar grande diametro ás rodas motoras das locomotivas collocam-se atrás, não ficando então o seu eixo por baixo da caldeira; tal é o systema Crampton, de grande velocidade. Entretanto por meio da grande adherencia desenvolvida nas locomotivas com rodas conjugadas, podem obter-se grandes velocidades sem ser necessario collocar as rodas motoras na parte posterior.

A força de uma locomotiva ordinaria não é inferior a trezentos cavallos, representando o cavallo o trabalho necessario para elevar 75 kilogrammas á altura de 1 metro em um segundo. Mas as grandes locomotivas attingem ás vezes setecentos cavallos de força e mais; taes eram as locomotivas colossaes expostas na secção franceza; para uma machina manufactureira ou mesmo maritima de igual força seria preciso um espaço cinco ou seis vezes maior.

Para dirigir tão possantes machinismos basta um conductor ajudado de um fogueiro; e é para admirar a docilidade com que obedecem a todos os movimentos que o conductor faz na alavanca da torneira de distribuição, segundo quer marchar para um lado ou para outro, ou segundo quer parar. Para obter similhantes resultados é preciso que todos os orgãos estejam nas suas verdadeiras dimensões e ligados de modo que os movimentos se transmittam facilmente, tendo a precisa solidez e estabilidade; isto exige uma escolha especial nos materiaes que entram na construcção das suas diversas peças, e uma perfeição de trabalho que faz lembrar a dos mechanismos de relojoaria.

Um dos mais notaveis progressos que apresentava a exposição na classe LXIII, era sem duvida o emprego do

aço no fabrico de diversos orgãos, como eixos, bielles, rodas, e até carris. Para estes diversos usos o aço empregado é o fundido; são sobretudo as fabricas allemãs de Krupp em Essen, e de Boschum, na Westphalia, especialmente a primeira, que têem construido mais objectos de aço fundido para o material dos caminhos de ferro; em França tambem já a industria do aço fundido começa a adquirir importancia, já pela quantidade como pela qualidade dos seus productos; mas está ainda muito longe de se poder comparar com o que n'esta especialidade se faz na Prussia. Emquanto ás vantagens do uso do aço, a principal é a sua maior resistencia comparada com a do ferro forjado ou fundido.

Outro caracter predominante que apresentavam as locomotivas na exposição de 1867, era a tendencia á exageração das suas dimensões e da sua força nas nações continentaes; provém esta tendencia do augmento sempre progressivo do commercio e da industria, que exige maior numero de comboios ou comboios maiores; como os interesses das companhias ganham com o emprego de menor numero de comboios compostos de mais carros, d'aqui nasce a necessidade de empregar para motor d'estes colossaes transportes de mercadorias locomotivas de força excepcional. Mas se com este meio ganham as companhias, e ganha tambem o commercio, poisque as tarifas de transporte de mercadorias podem ser mais baixas, ha porém um inconveniente grave, que é a mais rapida deterioração da via, provocada pelo movimento de tão pesadas machinas, e os perigos que resultam para o serviço da exploração. É para notar que esta tendencia para as locomotivas gigantescas não se notava nas machinas inglezas.

Como já ha alguns annos que nas locomotivas se não queima só o coke, mas tambem o carvão de pedra e de toda a qualidade, torna-se necessario o emprego de alguma disposição para queimar o fumo que resulta da combustão d'aquellas substancias, isto com a dupla van-

tagem da economia e da maior força de vaporisação. Assim nas locomotivas que figuravam na exposição se attendia a esta importante circumstancia.

Os principaes meios empregados para queimar o fumo e de que se achavam munidas as locomotivas da exposição, eram os apparelhos Belpaire, Tenbrinck, Cudwoorth, Thierry, etc.

O apparelho Belpaire consta de uma grande grelha, cujas barras apenas estão distantes entre si de $0^{m},004$; apresenta uma certa inclinação de trás para diante. A parte anterior é movel. A porta tem grandes dimensões, que permittem carregar de combustivel a grelha, e limpa-la facilmente mesmo em marcha. O ar que alimenta a combustão passa através da grelha e através de aberturas que tem a porta; a grandeza d'estas aberturas póde variar-se por meio de uma gaveta, segundo a quantidade de ar que se quer injectar sobre o combustivel. O apparelho é sem duvida um dos mais efficazes. Como a grelha fica muito accessivel ao conductor, este com facilidade dirige o fogo, alimentando-o, picando quando é preciso, limpando, e emfim regulando a actividade da combustão.

O apparelho Tenbrinck consta de uma grelha horisontal; o combustivel escorrega por um plano inclinado para caír sobre a grelha; um ebullidor inclinado collocado acima da grelha, força a corrente do fumo a curvar-se e a misturar-se com o ar. A introducção do ar faz-se por uma especie de valvula de abertura variavel.

Um dos mais bem dispostos apparelhos é sem duvida o fogão Cudwoorth; consta de uma grelha inclinada, combinada com um grande espaço para a combustão; o combustivel é collocado perto da porta, e depois de incandescente escorrega para diante; o fumo que produz o primeiro passando sobre o segundo, queima-se. A caixa de fogo é dividida em dois compartimentos por um ebullidor longitudinal; de modo que ha por assim dizer dois fogões que se reunem em frente dos tubos.

No apparelho de Thierry, que já descrevemos na primeira parte do nosso relatorio, o vapor é injectado sobre o combustivel, produz uma mistura de fumo com o ar, e activa a tiragem.

Os apparelhos empregados pelas locomotivas inglezas são geralmente inferiores aos que usam as machinas do continente, mas como a maior parte das variedades de carvão de pedra que empregam em Inglaterra desenvolve menos fumo, elles funccionam regularmente; e com effeito taes apparelhos experimentados nas nações continentaes não deram resultados satisfactorios.

Ha certos carvões de pedra, como por exemplo os que provém das minas de Sarrebrück, que são excessivamente fumantes. Emquanto á acção dos melhores apparelhos fumivoros citados, é permittido duvidar da sua completa efficacia nas locomotivas, quando se emprega carvão de pedra muito fumante, emquanto os viajantes que fizerem um transito em caminho de ferro de mais algumas horas, chegarem ao seu destino tão cobertos de pó de carvão como se fossem carvoeiros.

Para evitar o consideravel esfriamento que a acção do ar frio forçosamente produziria sobre as grandes superficies das paredes exteriores da caldeira das locomotivas em marcha, costumava-se revestir as locomotivas de um involucro de feltro, sobre o qual assentava um revestimento de madeira envolvido em folha de ferro; hoje porém usa-se pouco o feltro, pelo risco que tem de se inflammar; até muitas vezes se supprime a madeira; o involucro isolador reduz-se então a uma camada de ar contido entre as paredes da caldeira e uma cobertura de folha de ferro ou latão que reveste a locomotiva.

Outros caracteres dominantes apresentavam as locomotivas da exposição internacional de 1867, e que eram consequencia do que acima fica dito; taes eram as grandes superficies de aquecimento, que em algumas machinas excediam 200 metros quadrados, bem como o uso de outras machinas dispostas no tender, o qual faz então

parte do systema motor, e cuja acção se junta á das machinas da locomotiva, sobretudo quando é preciso subir grandes rampas; effectivamente viam-se na grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio da exposição algumas *locomotivas-tenders* em que se podia, em dadas circumstancias, reforçar o motor por meio do duplo systema de machinas que possuiam.

Na exposição universal de 1867 as locomotivas achavam-se representadas perfeitamente. Havia de todas as variedades; já segundo as tradições proprias a cada povo, com as suas fórmas classicas que denunciam promptamente a sua origem; já segundo o genero de serviço a que são destinadas.

EXPOSIÇÃO INGLEZA

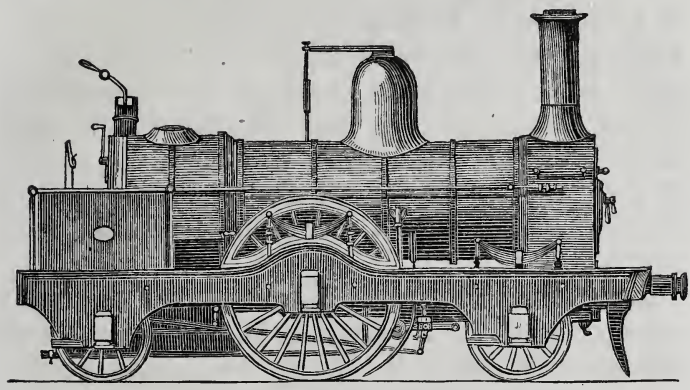
Locomotivas de Stephenson e de Lilleshall.—A Inglaterra não tem menos de trinta constructores de locomotivas. O mais antigo, o celebre Stephenson, bem como Sharp, seu emulo, os dois mais notaveis fundadores da industria dos caminhos de ferro, os que deram o typo das locomotivas, concorreram á exposição.

Na secção ingleza da galeria das machinas brilhava uma bella locomotiva *expresso* de Stephenson, bem como outra da companhia Lilleshall. Eram dois magnificos specimens da industria ingleza. Apresentavam o typo classico da locomotiva ingleza de grande velocidade. N'este genero de machinas as rodas motoras, que são as maiores das seis de que constam taes locomotivas, acham-se ao meio; o eixo das rodas de diante fica atrás da caixa de fumo; o eixo das rodas posteriores fica atrás da caixa de fogo. Os pontos de apoio ficam pois muito espaçados. As machinas acham-se concentradas em um pequeno espaço por baixo da caldeira.

A caldeira tem um capacete cylindrico onde se abre o tubo de communicação por onde vae o vapor para os cylindros das machinas. A fornalha é dividida em dois

compartimentos por um tubo ebullidor parallelo ás faces anterior e posterior. A presença d'este tubo augmenta a superficie de aquecimento, e opera a mistura do fumo e do ar fresco que entra para alimentar a combustão, forçando a corrente do fumo a curvar-se e a approximar-se do combustivel incandescente.

Em geral as dimensões d'estas locomotivas são relativamente pequenas. São machinas pequenas, mas pos-



A 2012 ª locomotiva de Stephenson, de New-Castle-upon-Tyne

santes. Postoque as rodas motoras não possam attingir grandes dimensões, porque estando a meio elevariam muito o centro de gravidade, comtudo este não precisa estar extraordinariamente baixo, de modo que as dimensões ordinarias de taes rodas não prejudicam a estabilidade de equilibrio do systema. Alem d'isso a grande velocidade de translação d'estas machinas é obtida augmentando o numero de vai-vens dos pistões dos cylindros por minuto.

Nas locomotivas inglezas a qualidade mais apreciada, e aquella que prima sobre todas as outras em importancia, é a grande velocidade; entretanto já hoje se attende tambem na sua construcção aos principios economicos.

Eis algumas das principaes dimensões da 2:012.ª

locomotiva construida nas officinas de Stephenson, em New-Castle-upon-Tyne:

Diametro dos pistões, $0^m,4064$.
Curso dos pistões, $0^m,5588$.
Diametro das rodas motoras, $1^m,98$.
Diametro das quatro rodas de supporte, $1^m,14$.
Pressão do vapor na caldeira, 9 atmospheras.

Era esta locomotiva destinada aos caminhos de ferro egypcios. As officinas d'onde saíu esta machina foram fundadas em 1823 pelo celebre G. Stephenson; é onde foi construida em 1830 uma das primeiras, *The Rocket*, a qual ganhou o premio no celebre concurso de locomotivas que se verificou em Liverpool. O estabelecimento de New-Castle-upon-Tyne tem sido consideravelmente augmentado pelo seu sobrinho e successor G. R. Stephenson, que tomou a direcção d'esta importante fabrica em 1859, por occasião da morte do celebre engenheiro seu tio e socio.

Locomotiva de Kitson.—Figurava a par das bellas locomotivas de que acabâmos de fallar, uma magnifica locomotiva de Kitson. O bello specimen do constructor inglez é uma locomotiva mixta, isto é, uma locomotiva destinada a arrastar grandes comboios de passageiros e mercadorias, e que necessita possuir grande força de tracção. Tem quatro rodas iguaes e ligadas por bielles. O resto do mechanismo manifesta o typo classico inglez. A locomotiva de Kitson era obra prima que reunia força, solidez e elegancia.

Locomotivas de Hughes e Fowler.—Notavam-se ainda na exposição ingleza: uma locomotiva construida e exposta por Hughes, de seis rodas, e cylindros exteriores, tendo as quatro rodas posteriores iguaes e ligadas por bielles, fazendo lembrar este typo o das locomotivas francezas, e duas pequenas locomotivas especialmente destinadas ao serviço de fabricas, com cylindros exteriores e quatro rodas, uma do mesmo constructor, outra de Fowler.

Tal era a exposição ingleza na classe LXIII. Compu-

nha-se de poucos specimens mas excellentes, e representando perfeitamente o estado actual da industria dos caminhos de ferro n'aquella nação.

EXPOSIÇÃO FRANCEZA

A secção franceza das locomotivas era grandiosa e nada tinha a invejar á exposição das outras nações.

Locomotiva do caminho de ferro de Orleans. — Via-se na grande galeria do trabalho das artes usuaes, no palacio da exposição, uma locomotiva de grande velocidade com quatro grandes rodas iguaes e ligadas por bielles, pertencente ao caminho de ferro de Orleans. N'este typo, como em geral nas locomotivas francezas, as machinas têem os cylindros collocados exteriormente aos lados da caldeira. A locomotiva de que fallâmos não era uma machina nova; pelo contrario, já tinha trabalhado bastante; mas que perfeição de execução! Já havia percorrido mais de 100:000 kilometros, e ainda não havia necessitado de reparação alguma.

Locomotiva do caminho de ferro do meio dia da França. — A companhia do caminho de ferro do meio dia enviou á exposição uma locomotiva ordinaria de mercadorias com seis grandes rodas ligadas, estando as motoras a meio; era a primeira machina construida nas suas officinas de Bordeaux. Apresentava esta locomotiva uma caldeira feita de folha de aço. As suas rodas eram revestidas de cintas de aço fundido. Segundo as necessidades do serviço assim podia usar de rodas de diversos diametros, achando-se disposta de modo que a mudança de rodas se podesse fazer com facilidade.

Eis as principaes dimensões da locomotiva do caminho de ferro do meio dia da França:

Diametro dos pistões dos cylindros, $0^m,45$.
Curso dos pistões, $0^m,65$.
Diametro das rodas, $1^m,6$.
Diametro da caldeira, $1^m,361$.
Espessura da chapa da caldeira, $0^m,009$.

Numero de tubos, 223.
Comprimento dos tubos, $4^m,46$.
Diametro exterior dos tubos, $0^m,044$.
Espessura das paredes dos tubos, $0^m,002$.
Comprimento da grelha, $1^m,45$.
Largura da grelha, $1^m,008$.
Altura do céu acima da grelha, $1^m,525$.
Superficie de aquecimento dos tubos, $137^{m2},25$.
Superficie de aquecimento da fornalha, $8^{m2},36$.
Superficie total de aquecimento, $145^{m2},61$.
Diametro da chaminé, $0^m,452$.
Volume de agua na caldeira, 4 metros cubicos.
Volume de vapor, 1,98.
Pressão do vapor na caldeira, 9 atmospheras.
Peso sobre o primeiro eixo, 11,2 toneladas.
Peso sobre o segundo eixo, 12,5 toneladas.
Peso sobre o terceiro eixo, 11 toneladas.
Peso total da locomotiva carregada, 34,7 toneladas.
Adherencia, 5,783 toneladas.
Força de tracção, 4,97 toneladas.
Esta locomotiva póde subir rampas de $0^m,017$.

Locomotiva de Cail. — A grande casa de Cail, que tinha outr'ora as suas officinas em Chaillot, e que depois do grande incendio que lhe consumiu o seu estabelecimento fundou uma nova fabrica em Grenelle, em París, e outra em Lille-Fives, expoz uma grandiosa locomotiva de mercadorias de uma grande força de tracção, destinada ao caminho de ferro do meio dia. Tinha esta locomotiva oito rodas iguaes e ligadas por bielles; é um typo que se tem generalisado bastante.

Eis as principaes dimensões d'esta locomotiva:

Diametro dos pistões, $0^m,5$.
Curso dos pistões, $0^m,65$.
Diametro das rodas, $1^m,3$.
Diametro da caldeira, $1^m,5$.
Espessura da chapa da caldeira, $0^m,01$.
Numero de tubos, 249.
Comprimento dos tubos, $5^m,2$.
Diametro exterior dos tubos, $0^m,045$.
Espessura das paredes dos tubos, $0^m,0025$.
Comprimento da grelha, $1^m,9$.
Largura da grelha, 1 metro.
Altura do céu acima da grelha, $1^m,5$.
Superficie de aquecimento dos tubos, 183 metros quadrados.
Superficie de aquecimento da fornalha, $10^{m2},8$.
Superficie total de aquecimento, $193^{m2},8$.
Diametro da chaminé, $0^m,492$.
Diametro das valvulas de segurança, $0^m,135$.

Distancia dos centros dos cylindros, $2^m,1$.
Volume de agua na caldeira ($0^m,10$ acima do fogão) $5^{m3},693$.
Volume de vapor, $2^{m3},43$.
Pressão do vapor na caldeira, 9 atmospheras.
Peso sobre o primeiro eixo, 10 toneladas.
Peso sobre o segundo eixo, 10 toneladas.
Peso sobre o terceiro eixo, 11,9 toneladas.
Peso sobre o quarto eixo, 11,6 toneladas.
Peso total da machina carregada, 43,5 toneladas.
Força de tracção, 6,695 toneladas.

O envolucro da caldeira, bem como o capacete semicylindrico são de aço fundido. As paredes planas da caixa de fogo são de ferro. O fogão é de cobre, como em quasi todas as machinas. Esta locomotiva arrasta 49 wagons carregados sobre rampas de $0^m,005$ em curvas de 500 metros de raio, com a velocidade normal de 25 kilometros por hora.

Antiga locomotiva mixta do caminho de ferro de Lyon. — A companhia do caminho de ferro de Lyon, em França, apresentou na exposição uma locomotiva mixta já bastante velha, mas de tal modo remoçada que ninguem diria á simples inspecção ser uma machina antiga, e que tanto serviço tinha feito e era ainda capaz de fazer.

Eis as principaes dimensões d'esta machina, que veiu á exposição mostrar as suas boas qualidades, attestadas pelos serviços feitos durante muitos annos:

Diametro dos pistões, $0^m,42$.
Curso dos pistões, $0^m,56$.
Diametro das rodas motoras e das outras duas iguaes e com ellas conjugadas, $1^m,8$.
Diametro das duas rodas dianteiras de supporte, $1^m,1$.
Diametro da caldeira, $1^m,236$.
Espessura da chapa da caldeira, $0^m,011$.
Numero de tubos, 158.
Comprimento dos tubos, 4 metros.
Diametro exterior dos tubos, $0^m,050$.
Espessura das paredes dos tubos, $0^m,002$.
Comprimento da grelha, $1^m,236$.
Largura da grelha, $1^m,020$.
Altura do céu sobre a grelha, $1^m,3$.
Superficie de aquecimento dos tubos, $91^{m2},28$.
Superficie de aquecimento da fornalha, $7^{m2},4$.
Superficie total de aquecimento, $98^{m2},68$.
Comprimento da caixa de fumo, $0^m,774$.
Largura da caixa de fumo, $1^m,214$.
Diametro da chaminé, $0^m,42$.

Volume de agua contido na caldeira, 3 metros cubicos.
Volume de vapor, $1^{m3},75$.
Pressão do vapor, 7 atmospheras.
Peso sobre o primeiro eixo, 10,9 toneladas.
Peso sobre o segundo eixo, 10,9 toneladas.
Peso sobre o terceiro eixo (adiante), 6,825 toneladas.
Peso total, 28,625 toneladas.
Força de tracção, 2,675 toneladas.

Locomotivas tenders.—Nos caminhos de ferro em que ha frequentes rampas ingremes, distanciadas por grandes extensões de nivel, ha necessidade de reforçar a força de tracção na occasião de subir aquellas rampas; d'aqui veiu a idéa de ligar a locomotiva ao tender, e tambem de converter este em motor; tal é a origem das locomotivas tenders. Em algumas, o tender usual é munido de um mechanismo motor que o converte em uma especie de locomotiva sem caldeira. Esta locomotiva auxiliar recebe vapor da caldeira da grande locomotiva, que para esse fim é activada extraordinariamente n'essa occasião, de modo que póde fornecer vapor a todos os quatro cylindros da locomotiva e tender. Se este systema permitte com effeito desenvolver, em determinadas occasiões, grande força de tracção, tem comtudo um grande inconveniente; a caldeira não podendo geralmente ter grandes dimensões, a producção do vapor é pequena relativamente, d'onde resulta uma diminuição na velocidade.

Nas locomotivas tenders de tender motor só se aproveita do mechanismo supplementar do tender, fazendo ir o vapor da caldeira para os cylindros da locomotiva e tender, quando é preciso subir grandes rampas. Quando caminham em vias horisontaes suspende-se a acção motora do tender, que então não fica sendo senão o deposito usual de agua e carvão. Na descida das rampas um freio especial actuado pela contra pressão do vapor contraría o movimento descensional, e diminue assim a velocidade dos comboios na descida.

A locomotiva de tender motor é a grande actualidade; sua origem é franceza; por muitos annos o caminho de

ferro de Lyon a Saint-Etienne foi explorado com locomotivas de tender motor de Verpilleux. Tem-se porém este systema generalisado muito por outros paizes.

Nos caminhos de ferro da Europa, no continente, tem n'estes ultimos annos crescido muito o numero de locomotivas de grandes dimensões, de modo que hoje a grande locomotiva de oito rodas já não é a expressão dos grandes e possantes motores das vias ferreas. Têem as novas locomotivas dado bons lucros ás companhias; como uma d'estas possantes machinas póde levar grande numero de wagons carregados de mercadorias, as companhias desde que as empregam na exploração das suas linhas têem podido reduzir consideravelmente os preços de transporte, e têem conseguido levar a exploração dos caminhos de ferro até aos paizes de montanhas, o que é hoje a grande preoccupação dos engenheiros. Este problema tem sido resolvido de diversos modos. Figuravam na exposição franceza tres grandes locomotivas destinadas áquelle serviço, as quaes eram objecto de grande curiosidade e admiração. Pertenciam ás companhias dos caminhos de ferro de leste, do norte e de Orleans.

Locomotiva-tender do caminho de ferro de leste de França.—A locomotiva-tender exposta pela companhia do caminho de ferro de leste foi construida no acreditado estabelecimento de Graffenstaden, sob a direcção de mr. Vuillemin. Tem esta machina quatro cylindros, dois dos quaes dão movimento a seis rodas iguaes e ligadas, e os outros dois fazem mover outras seis rodas iguaes e tambem ligadas. Acham-se estes cylindros dispostos horisontalmente por baixo da caldeira. Um mechanismo especial permitte fazer que, na occasião da descida das grandes rampas, o vapor actue nos cylindros em sentido inverso da marcha dos pistões, sustendo e retardando assim a marcha dos comboios, fazendo o officio de uma especie de freio a vapor. Esta disposição, de grande vantagem para os caminhos de ferro de mon-

tanha, parece ser de invenção austriaca. Foi generalisada em França pelo habil engenheiro Lechatellier.

A locomotiva construida nas officinas de Graffenstaden era de uma execução muito perfeita; juntava á belleza de construcção uma graciosa elegancia; era pintada com uma especie de cinzento, côr actualmente muito da moda. Era um dos bellos specimens das locomotivas que figuravam na exposição universal de 1867.

Eis as principaes dimensões d'esta locomotiva de tender-motor.

Diametro dos pistões dos cylindros da locomotiva, $0^m,42$.
Curso dos pistões, $0^m,60$.
Diametro das seis rodas dianteiras ligadas por bielles, $1^m,3$.
Diametro dos pistões dos cylindros do tender, $0^m,38$.
Curso d'estes pistões, $0^m,42$.
Diametro das seis rodas posteriores ligadas por bielles, $1^m,2$.
Diametro da caldeira, $1^m,5$.
Espessura da chapa da caldeira, $0^m,012$.
Numero de tubos, 276.
Comprimento dos tubos, 3 metros.
Diametro exterior dos tubos, $0^m,049$.
Espessura das paredes dos tubos, $0^m,0025$.
Comprimento da grelha, $2^m,28$.
Largura da grelha, $1^m,068$.
Altura do céu acima da grelha, $1^m,3$.
Superficie de aquecimento dos tubos, $117^{m2},5$.
Superficie de aquecimento da fornalha, $14^{m2},85$.
Superficie total de aquecimento, $132^{m2},35$.
Diametro da chaminé, $0^m,44$.
Volume de agua contido na caldeira, $3^{m3},808$.
Pressão de vapor, 9 atmospheras.
Peso da locomotiva, 35,12 toneladas.
Peso do tender, 17,28 toneladas.
Deposito de agua no tender, 7:840 litros.
Deposito de carvão, 3:050 kilogrammas.
Força de tracção, 6,329 toneladas.

Locomotiva-tender do caminho de ferro de Orleans.— A locomotiva exposta pela companhia do caminho de ferro de Orleans foi construida nas officinas de Ivry, segundo os planos de Fourquenot. Apresenta uma immensa caldeira com um envolucro brilhante de latão. Um mechanismo motor de dois cylindros dá n'esta machina movimento a dez rodas conjugadas. Os supportes dos eixos formam uns planos inclinados que permittem

aos eixos o desviar-se, o que é de grande vantagem para as vias ferreas com curvas de pequeno raio. Esta locomotiva funcciona no caminho de ferro que atravessa a provincia do Auvergne, em França, sobre rampas de $0^m,030$ em uma extensão de 20 kilometros, com curvas de 300 metros de raio. É esta machina tambem munida de um mechanismo especial para empregar a contrapressão do vapor na descida das grandes rampas.

Eis as principaes dimensões d'esta locomotiva:

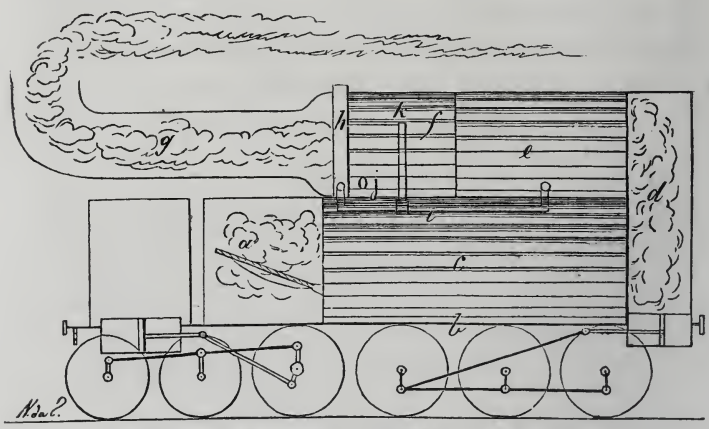
Diametro dos pistões, $0^m,5$.
Curso dos pistões, $0^m,6$.
Diametro das rodas conjugadas, $1^m,07$.
Diametro da caldeira, $1^m,6$.
Espessura da chapa de aço fundido da caldeira, $0^m,01$.
Numero de tubos, 280.
Comprimento dos tubos, 5 metros.
Diametro exterior dos tubos, $0^m,05$.
Superficie da grelha, $2^{m2},7$.
Superficie de aquecimento dos tubos, 200 metros quadrados.
Superficie de aquecimento da fornalha, 10 metros quadrados.
Superficie total de aquecimento, 210 metros quadrados.
Volume de agua contido na caldeira, $5^{m3},580$.
Pressão do vapor, 9 atmospheras.
Peso total da locomotiva, 60,63 toneladas.

Locomotiva de tender motor do caminho de ferro do norte da França.—Uma das mais curiosas locomotivas, que figuravam na galeria do trabalho das artes usuaes do palacio da exposição universal de 1867, era sem duvida alguma uma locomotiva colossal de tender motor exposta pela companhia do caminho de ferro do norte em França.

Apresenta esta locomotiva dimensões verdadeiramente colossaes. Compõe-se de uma enorme caldeira de fórma especial, economisando muito combustivel, com uma grande chaminé horisontal que tem o aspecto de uma especie de tromba immensa. É sabido que as chaminés em que a tiragem é forçada podem ter qualquer posição, e que a direcção que tomam os gazes e fumo, e em geral os productos da combustão, depende da direcção da corrente do ar ou da tiragem. A disposição que apresentava a grande locomotiva na sua chaminé confirmava este principio physico. Com effeito as expe-

riencias que se fizeram a este respeito mostraram que, com as dimensões adoptadas na locomotiva exposta, a tiragem se fazia perfeitamente.

A caldeira da grande locomotiva de tender motor do caminho de ferro do norte compõe-se de dois corpos



Disposição geral da locomotiva de tender motor de Gouin e C.ª

longitudinaes; no inferior *b* ha o systema tubular ordinario *c* destinado a aquecer e vaporisar a agua da caldeira; no corpo superior ha dois systemas de tubos; um *e* collocado na parte anterior é destinado a sobre-aquecer o vapor; o outro *f*, collocado na parte posterior, é destinado a aquecer a agua de alimentação. O combustivel é collocado sobre a grelha *a;* as chammas e productos da combustão percorrem successivamente os tres systemas de tubos, e sáem a final, depois de terem abandonado muito calor n'este longo curso, pela grande chaminé horisontal *g*, que domina a grande locomotiva e se abre recurvando-se verticalmente na parte posterior. Grandes tubos de communicação *i* conduzem o vapor do corpo superior e anterior da caldeira a um grande canal vertical *h*, collocado na parte posterior, onde o vapor é tomado e conduzido pelos tubos aductores aos cylindros das machinas. A alimentação faz-se pelo tubo *k*.

A grelha é do systema Belpaire e excede o limite das rodas.

Tem a grande locomotiva quatro cylindros motores exteriores collocados inferiormente, dois na parte anterior na locomotiva, e dois na parte posterior, no tender. Cada par de cylindros imprime movimento a seis rodas iguaes e conjugadas; ao todo são pois doze rodas, seis em cada um dos trens. Aqui tira-se partido da adherencia produzida pelo enorme peso total da machina, sendo esta grande carga repartida por doze apoios. Os eixos têem um certo jogo de $0^m,03$ pelo menos no sentido transversal; a caldeira é fixada só nos extremos. Com uma tal disposição a grande locomotiva, apesar do seu extenso comprimento de mais de 6 metros, póde mover-se facilmente em curvas de 80 metros de raio apenas!

A machina descripta arrasta em rampas de $0^m,005$ cargas de 655 toneladas com a velocidade media de 25 kilometros por hora, e um minimo de 15 kilometros por hora; em rampas de $0^m,05$ póde arrastar uma carga de 80 toneladas.

A grande locomotiva de tender motor exposta pela companhia do caminho de ferro do norte foi construida por E. Gouin, segundo os riscos de Petiet e Nozó.

Eis as principaes dimensões da colossal locomotiva:

Diametro dos pistões dos quatro cylindros, $0^m,42$.
Curso dos pistões, $0^m,44$.
Diametro das doze rodas, $1^m,065$.
Diametro da caldeira, $1^m,45$.
Numero de tubos de latão do corpo inferior da caldeira, 275.
Comprimento d'estes tubos, $2^m,5$.
Diametro exterior d'estes tubos, $0^m,051$.
Espessura das paredes d'estes tubos, $0^m,002$.
Numero de tubos de ferro do apparelho de seccagem do vapor, 86.
Comprimento d'estes tubos, $1^m,100$.
Diametro exterior d'estes tubos, $0^m,08$.
Espessura das paredes d'estes tubos. $0^m,003$.
Numero de tubos do apparelho de aquecer a agua de alimentação, 86.
Comprimento d'estes tubos, $0^m,80$.
Diametro exterior d'estes tubos, $0^m,069$.
Espessura da camada de ar contido no involucro de latão que reveste a caldeira, $0^m,02$.
Comprimento da grelha, $1^m,88$.

Largura da grelha, $1^{m},60$.
Altura do céu acima da parte anterior da grelha, $1^{m},32$.
Altura do céu acima da parte posterior da grelha, $1^{m},16$.
Superficie de aquecimento do systema tubular principal, $188^{m2},4$.
Superficie de aquecimento do apparelho de sobre-aquecer o vapor, 20 metros quadrados.
Superficie de aquecimento do apparelho de aquecer a agua de alimentação, 15 metros quadrados.
Superficie de aquecimento da fornalha, $9^{m2},6$.
Superficie total de aquecimento, 233 metros quadrados.
Pressão do vapor, 9 atmospheras.
Deposito de agua, 8:000 litros.
Deposito de carvão, 2:200 kilogrammas.
Peso da machina vasia, 45 toneladas.
Peso da machina carregada, 57,600 toneladas.
Peso sobre o primeiro eixo, 9,162 toneladas.
Peso sobre o segundo eixo, 9,162 toneladas.
Peso sobre o terceiro eixo, 9,162 toneladas.
Peso sobre o quarto eixo, 10,038 toneladas.
Peso sobre o quinto eixo, 10,038 toneladas.
Peso sobre o sexto eixo, 10,038 toneladas.
Força de tracção, 8,320 toneladas.

Modelos de locomotivas de Barchaert. — Vimos na secção franceza da galeria das machinas dois modelos de locomotivas-tenders, destinadas a vias ferreas com curvas de pequeno raio, expostos por E. Barchaert; n'este systema o carro compõe-se de dois ou mais trens ligados por eixos verticaes, em torno dos quaes podem girar de um certo angulo; cada trem possue quatro rodas ligadas por meio de bielles. Permitte um tal systema marchar com grandes velocidades em curvas tendo apenas 50 metros de raio.

Exposição de Petin e Gaudet. — A acreditada fabrica de Petin e Gaudet expoz, entre outros objectos, varias cintas de aço para bôcas de fogo e rodas de locomotivas e wagons, bem como rodas massiças de wagons, tambem de aço; estes productos, que ainda ha poucos annos quasi que exclusivamente se faziam em Allemanha, eram mui bem fabricados, e indicavam os progressos que começa a fazer a industria do aço, por assim dizer nova, em França.

Caminho de ferro de carril central. — Figurava na secção franceza da exposição, na classe LXIII, um wagon de primeira classe destinado ao serviço da exploração do ca-

minho de ferro do Monte Cenis. Emquanto se não conclue o grande tunnel através do Monte Cenis, que deve ligar a França com a Italia, imaginou-se facilitar e abreviar o tempo do trajecto sobre esta parte dos Alpes, substituindo ao serviço das diligencias um caminho de ferro construido sobre a propria estrada que sobre os flancos da montanha liga Saint Michel na Saboia a Susa em Italia. As rampas d'esta estrada, attingindo em certos pontos um declive de $0^m,088$ por metro, e fazendo curvas muito rapidas, é claro que as mais possantes locomotivas ordinarias não podiam correr sobre vias ferreas em taes condições.

Para vencer esta difficuldade, varios systemas têem sido imaginados. Um dos mais engenhosos é o devido ao inglez Fell, e é o que está adoptado no Monte Cenis, devendo, se não sobrevier contratempo algum, ser brevemente aberto á exploração.

N'este systema, entre os dois carris ordinarios do caminho de ferro, ha um carril central mais elevado que os outros. A locomotiva tem quatro rodas verticaes ordinarias conjugadas, que correm sobre os carris lateraes, e que recebem movimento dos pistões de dois cylindros collocados um de cada lado da caldeira; tem porém outras quatro rodas horisontaes, de menor diametro, que são apoiadas de encontro ao carril central por meio de molas, de modo que a adherencia é tal, que no estado de repouso das machinas a locomotiva fica sustida por esta adherencia. Dois outros cylindros de vapor acham-se collocados horisontalmente por baixo da caldeira, e os seus pistões dão movimento ás rodas horisontaes.

Postoque no catalogo da exposição franceza se achasse consignada com o numero 56 da classe LXIII uma locomotiva d'este systema exposta pelo seu constructor Fell, comtudo até á epocha em que visitámos o palacio do campo de Marte ainda ali não tinha sido enviada. Apenas se via o wagon de que fallámos, e uma pequena extensão de via ferrea de carril central.

Exposição do Creusot. — O magnifico estabelecimento do Creusot apresentava na sua esplendida exposição, a qual, como já dissemos, constituia um verdadeiro museu industrial e mechanico, tres locomotivas; uma d'estas era uma machina expresso de grande velocidade, podendo fazer 90 kilometros por hora, arrastando 27 wagons; era o typo das locomotivas inglezas. Este magnifico specimen da industria franceza tinha sido feito por encommenda para um dos caminhos de ferro de Inglaterra, o *Great-Eastern-Railway*; era uma das locomotivas construidas no Creusot para as linhas ferreas britannicas; quem tal diria ainda ha poucos annos, que a industrial Albion, o paiz classico das machinas de vapor, se havia de fornecer de material de caminhos de ferro construido em França, e que se haviam de ver locomotivas francezas empregadas na exploração dos caminhos de ferro, em concorrencia com os magnificos productos das celebres fabricas de Manchester, Leeds e tantas outras!

Alem d'esta locomotiva viam-se ainda no annexo do parque, onde se ostentava a brilhante exposição do Creusot, outras duas; uma era uma locomotiva-tender muito possante pesando 29 toneladas, podendo arrastar uma carga de 700 toneladas em rampas de $0^{m},022$; a outra locomotiva era uma especie de miniatura, destinada a vias ferreas de pequena largura; pesa 5,6 toneladas; póde subir rampas de $0^{m},065$, passando facilmente em curvas de 15 metros de raio. O typo d'esta locomotiva é muito commodo e vantajoso para o serviço das fabricas e estabelecimentos de construcção.

O GRANDE ESTABELECIMENTO INDUSTRIAL DO CREUSOT

O famoso estabelecimento do Creusot é talvez o primeiro da França n'este genero. A sua exposição, como já mais de uma vez dissemos, era um verdadeiro museu de industria, que bem mostrava o estado de progresso

do estabelecimento expositor, assim como representava o estado actual da industria das machinas de vapor em França. O seu principal proprietario Schneider, actual presidente do corpo legislativo francez, não gastou menos de 800:000 francos em fazer a bella exposição que se ostentava ufana em um dos annexos do parque do campo de Marte. Julgâmos não ser destituida de interesse a seguinte noticia sobre este grande estabelecimento industrial francez.

Fica o Creusot a 400 kilometros de París, sobre o caminho de ferro de Lyon, em um ramal que vae de Chagny a Nevers, no departamento de Sâone-et-Loire, a 40 kilometros de Chalons-sur-Sâone. A sua povoação é de 24:000 habitantes proximamente. A 10 kilometros do Creusot passa o canal *do Centro,* que communica os rios Sâone e Loire. Um caminho de ferro particular liga as officinas do Creusot com o dito canal.

Primitivamente, em 1782, tinha havido no Creusot uma fundição de artilheria pertencente ao estado. Dois annos depois fundou-se ali uma fabrica de vidros. Posteriormente diversas sociedades se formaram, até que em 1837 se constituiu a companhia Schneider, Irmãos & C.ª, que em 1845 se converteu no que é hoje, com a firma Schneider & C.ª

Occupa actualmente o estabelecimento de Schneider uma superficie de 120 hectares, dos quaes 19½ se acham cobertos por edificios.

Possue o Creusot minas de carvão de pedra com uma extensão de 64 kilometros quadrados em exploração, na qual se empregam 6 machinas de extracção de hulha, da força de 350 cavallos, 2 bombas da força de 400 cavallos, e machinas inferiores, necessitando um trabalho de 50 cavallos.

No serviço das minas de carvão de pedra emprega o Creusot 1:450 operarios. A producção annual regula proximamente por 250:000 toneladas de carvão. As minas de carvão ficam mesmo junto ás officinas, porque o

Creusot é construido sobre terreno carbonifero; os principaes poços são S. Pedro e S. Paulo; têem uma enorme secção; fornecem só elles 100:000 toneladas annuaes; o mais profundo, S. Pedro, tem 345 metros de profundidade; acha-se a exploração a 241 metros; diariamente produz 500 toneladas de hulha.

Ha um logar no Creusot, La Croix, onde o carvão de pedra apparece á superficie do solo; é um valle no fundo do qual está o tumulo de mr. Chagot, um dos antigos proprietarios do Creusot. Em tempos antigos parece que se fez n'este logar a exploração do carvão de pedra ao ar livre.

Em uma das grandes sondagens feitas para a indagação da presença das camadas de carvão de pedra, em um logar chamado Mouille-longe, abriu-se um poço de perto de um kilometro; foi n'esta grande profundidade que Walferdin fez diversas experiencias sobre a elevação de temperatura que se observa quando se penetra no interior do solo, achando-se que a temperatura cresce de 1° por cada 25 a 30 metros de augmento de profundidade. A broca de aço que abriu este poço, partiu-se, e não se tinha ainda podido tirar, o que obstou a que se continuasse a sondagem n'este logar.

O Creusot consome 14:000 toneladas de carvão no serviço das suas machinas. Porém a maior parte do carvão de pedra, mais de 90:000 toneladas, é convertido em coke para ser empregado no tratamento dos minerios de ferro nos altos fornos, e na transformação do ferro coado em ferro forjado.

As minas de ferro acham-se a 43 kilometros do Creusot em Masenay. Do caminho de ferro que liga Masenay ao Creusot, uma parte, perto de 18 kilometros, pertence á companhia do caminho de ferro de Lyon, á qual a fabrica do Creusot paga um certo aluguer por kilometro e por tonelada. Diariamente correm sobre esta linha seis comboios ascendentes e outros seis descendentes, de 20 wagons cada um, que vão a Mazenay buscar o minerio de

ferro e o vão lançar nos altos fornos do vasto estabelecimento metallurgico do Creusot.

As minas de ferro são exploradas em uma extensão de 15 kilometros quadrados; n'esta exploração são empregadas 6 machinas de vapor da força de 90 cavallos. O serviço é feito por 650 operarios. A producção annual regula por 250:000 toneladas. O minerio de ferro é principalmente o ferro oolithico, que produz geralmente 27 a 28 por 100 de ferro. O principal poço tem 36 metros de profundidade; extrahe por dia 400 toneladas de minerio.

Para o tratamento do minerio de ferro, possue o Creusot 150 fornos de coke horisontaes ou fornos belgas, e 10 fornos verticaes, chamados de Appolt; n'estes fornos, pela acção do calor, o carvão de pedra transforma-se em coke incandescente, o qual é lançado fóra dos fornos para dentro de wagons onde é afogado pela inundação de correntes de agua. O tratamento do minerio é feito em 15 altos fornos. O minerio misturado com o coke é introduzido nos altos fornos; as cargas do minerio são introduzidas em wagons, os quaes são elevados até á parte superior dos fornos por meio de platafórmas movidas por machinas de vapor ou de ar comprimido; depois de descarregarem, descem pela acção do seu proprio peso. O carvão reduz o minerio pela acção do calor elevadissimo d'aquelles fornos, e obtem-se o ferro coado, em que existe principalmente ferro e algum carvão. O ar é injectado nos altos fornos por 7 machinas ou bombas atmosphericas da força de 1:350 cavallos; 10 machinas diversas representam uma força de 150 cavallos. N'este serviço metallurgico empregam-se 750 operarios.

Os gazes desenvolvidos na reacção que se produz nos altos fornos são conduzidos por tubos de ferro, e vão pela sua inflammação aquecer 24 grandes geradores de vapor, nos quaes a agua se vaporisa por meio do calor produzido pela combustão d'aquelles gazes, sem despeza apreciavel de carvão. O grande tubo de ferro que reune

todos os canaes collectores, tem 2 metros de diametro e atravessa uma grande extensão sem supporte algum, tal é a sua solidez. Uma chaminé colossal de 75 metros de altura, faz a tiragem para todos os gazes dos 15 altos fornos, e regula a marcha das caldeiras. O ar injectado pelas grandes bombas atmosphericas, antes de ser lançado dentro dos fornos é aquecido em grandes serpentinas tambem por meio dos gazes dos altos fornos.

O ferro coado é transformado em ferro forjado; para isso é fundido e submettido á acção de martellos a vapor, e depois á de laminadores. Emprega o Creusot n'este serviço 85 machinas de vapor da força total de 6:500 cavallos, que põem em movimento 15 laminadores completos para a afinação e 16 para os ferros, 30 martellos a vapor, e 60 diversas machinas de cortar, furar, bombas, prensas, etc. Possue esta parte do estabelecimento 130 fornos de afinação e 85 de reaquecer. A producção annual é em media de 110:000 toneladas, e empregam-se n'este trabalho 3:500 operarios.

O mercado do carvão e ferro bruto do Creusot é por emquanto limitado á França; mas os objectos construidos nas suas vastas officinas são exportados e apparecem no mercado de todos os paizes. O Creusot tem fornecido carris para os caminhos de ferro de toda a Europa, e as suas machinas têem levado o nome e o credito do estabelecimento a todas as partes do mundo.

As officinas de construcção occupam o centro dos diversos estabelecimentos do Creusot; recebem por esta disposição com toda a facilidade os materiaes necessarios por todos os lados. A sua administração e contabilidade formam uma divisão separada do resto do estabelecimento. Duas repartições importantes possue esta parte do Creusot, a dos caminhos de ferro e a das machinas maritimas.

O Creusot começou a construir machinas de vapor em 1837. Era a epocha da infancia da industria em França. O director do Creusot fez em Inglaterra a ac-

quisição de importantes machinas para os diversos trabalhos; ainda hoje possue alguns tornos magnificos construidos nas bellas officinas inglezas de Whitworth e Penn. Com o rico material que adquiriu, mr. Schneider pôde começar a construir machinas para o seu estabelecimento e para o commercio e industria da França, e mais tarde de todo o mundo. Em 1842 o Creusot possuia o primeiro martello a vapor inventado por Bourdon, seu engenheiro em chefe; pouco tempo depois Nasmyth o applicava em Inglaterra, e o martello a vapor generalisava-se por toda a parte.

A partir da invenção d'este memoravel utensilio do trabalho, a industria pôde emprehender a fabricação de enormes peças de ferro ou aço, como arvores, bielles, placas de couraças de navios, etc. Até 1842 para forjar as grossas peças, o Creusot empregava martinetes de 400 a 500 kilogrammas o maximo.

Foi em 1839 que no Creusot se construiu a primeira machina de vapor maritima; mas só em 1844 é que propriamente começou a construcção dos grandes vapores para o alto mar; foi então que, por assim dizer, a França emprehendeu a luta com a Inglaterra na construcção de machinas de vapor maritimas. A primeira locomotiva foi construida no Creusot em 1838.

Desde 1837 até hoje, no espaço d'estes trinta annos, os progressos do estabelecimento têem sido enormes. Foi em 1860 que o Creusot experimentou uma consideravel transformação. Nas numerosas construcções recentes devemos citar a nova officina de fundição, onde o ferro é fundido e lançado nos respectivos moldes onde solidifica e toma a fórma desejada. No Creusot ha tres officinas de fundição: uma, para pequenas peças; outra, para as peças gigantescas, na qual ha 11 guindastes pegando cada um em 40:000 toneladas, duas estufas e dois fornos de reverbero; uma nova officina se acha recentemente installada, na qual se vêem numerosos guindastes a vapor, estufas, um pequeno

alto forno para trabalhar com madeira, etc.; o aspecto é brilhante n'esta officina; não se assimilha com as officinas de fundição ordinarias, nas quaes tudo é sugidade: parece justificar o dito de mr. Schneider, que espera ainda ver os *toristas* passearem através das vastas officinas do Creusot, de calça branca sem se sujarem.

Até agora o Creusot ainda não tem fabricado aço fundido. Os metaes trabalhados nas officinas do Creusot são o ferro, aço, cobre, bronze e latão. Possue o grande estabelecimento uma notavel officina de moldes de madeira e de desenhos.

Empregam as officinas de construcção do Creusot 32 machinas de vapor da força de 700 cavallos, que dão movimento a 650 machinas que fazem trabalhos de todos os generos, taes são; tornos colossaes de mais de 10 metros de comprimento, bancos de alisar pegando em cylindros de 25 toneladas, numerosos tornos de ar, machinas de cortar, furar, limar, etc.; emfim centos de utensilios de trabalho mechanico de toda a especie, tudo em uma ordem e em um aceio admiravel em officinas d'este genero. É sobretudo nas officinas de construcção de locomotivas que se observa um aceio e uma ordem e methodo taes, que parece mais uma exposição de machinas do que officinas, desde a primeira onde se vêem dispostas em uma linha as machinas para fazer os eixos, n'outra as que servem para fazer rodas, bielles, cylindros, etc., até á ultima, onde se vêem as locomotivas a pintar e a polir e d'onde sáem promptas para serviço.

Emprega o Creusot nas suas officinas de construcção 26 martellos a vapor. O maior pesa 12:000 kilogrammas. Está ainda muito longe do legendario martello de 50:000 kilogrammas de Krupp.

Tem o Creusot construido até hoje, em trinta annos, machinas fixas em todo o genero, machinas motoras, machinas para a extracção das minas, bombas atmos-

phericas, ventiladores, bombas hydraulicas, etc., na força total de 30:000 cavallos. O numero de martellos a vapor até hoje construidos no Creusot é de 125. O numero de locomotivas construidas até hoje é de 1:100. Regula por 120 o numero medio total de locomotivas construidas por anno no estabelecimento do Creusot, não só para França, como para outros paizes, inclusivamente para Inglaterra. O Creusot tem construido já 168 machinas maritimas da força total de 39:945 cavallos. O numero de operarios empregados nas officinas de construcção do Creusot é de 2:750. A producção media annual regula por mais de 2.500:000$000 réis.

Possue o Creusot tambem uma fabrica de tijolos refractarios nas margens do canal do *Centro*; o barro refractario vem da Saboya e do Vaucluse, e o quartzo é fornecido pelos calhaos dos rios Loire e Cher.

A agua abunda no Creusot. De um plató granitico perto de Autun desce uma grande porção de agua que sáe em Saint Sernin e é conduzida em um tunnel de 84 metros de altura sobre o valle de Mesvrin, atravessando depois a montanha de Marotte; esta agua é magnifica para beber e para a alimentação das caldeiras, e tem uma grande pressão que facilmente a distribue aos diversos pontos das officinas. Um grande lago artificial collocado em um nivel muito inferior junto ás novas forjas, recebe todas as aguas recolhidas nas officinas, as que provém da condensação do vapor, do esgotamento das minas, etc. As aguas esfriam e repousam n'este grande lago, e são depois elevadas a um alto reservatorio por meio de seis bombas a vapor movidas directamente por machinas de vapor sobrepostas. D'este reservatorio a agua é conduzida a todas as officinas por diversos canaes.

As vias ferreas que percorrem em diversas direcções, as vastas officinas e mais annexos do estabelecimento do Creusot, têem uma extensão de 70 kilometros á superficie, e 32 no interior das minas. O serviço é feito

por 16 locomotivas. Percorrem diariamente estas linhas 152 trens.

Diversas machinas de vapor, em numero 15, de uma força total de 160 cavallos fazem o serviço do porto e outros. O numero total dos operarios empregados permanentemente no Creusot é perto de 10:000. O trabalho total das machinas é representado por 9:750 cavallos. Annualmente o Creusot vende mais de 60:000 toneladas de carris, 10:000 de folha de ferro e 80:000 de ferros de outras categorias: mais de 100 locomotivas, machinas maritimas, e fixas, pontes, etc.; tudo excedendo uma producção annual de 5.000:000$000 réis.

Não terminaremos esta noticia sobre o Creusot sem mencionar algumas bellas instituições que fazem honra ao zêlo e illustração do seu proprietario, e á sua dedicação pelo bem estar do numeroso pessoal do seu vasto estabelecimento. Assim a infancia e a mocidade acham no grande estabelecimento industrial da França a instrucção; os doentes e feridos, os soccorros medicos e pharmaceuticos; e os velhos e impossibilitados, um abrigo e o sustento para o resto de seus dias.

A instrucção comprehende nove classes; alem das primeiras letras ensina-se grammatica, geographia, arithmetica, geometria, desenho, physica, chimica e mechanica. Ha tres annos que ali se professam cursos de adultos, frequentados por mais de 300 ouvintes. No ensino dos alumnos do sexo feminino ensina-se alem da instrucção primaria e secundaria, diversos trabalhos de agulha. Uma bibliotheca facilita aos alumnos consideravelmente o estudo dos principios da sciencia applicada aos diversos ramos da industria. A instrucção publica é representada por 1 director e 10 professores.

Possue o Creusot tambem um orphéon e uma musica instrumental de 50 executantes.

O serviço de saude é feito por tres medicos e um cirurgião; o tratamento dos doentes é feito em um hospital ou em domicilio. Uma especie de monte pio ou

caixa economica, soccorre os enfermos ou invalidos, e fornece os medicamentos aos operarios e suas familias. O proprietario do Creusot tem vendido por preços excessivamente baixos, porções de terreno aos operarios; estes, com as suas economias, têem ahi construido casas. O novo bairro operario do Creusot tem já hoje mais de 40 ruas com mais de 800 casas. Figuravam na exposição desenhos de duas d'estas casas, uma com um pavimento, outra com dois. A superficie occupada por estas construcções é superior a seis hectares.

Se é difficil penetrar na soberba fabrica prussiana de Essen, da qual já n'este relatorio fallámos, o mesmo não succede no estabelecimento de mr. Schneider. O seu illustre proprietario francamente admitte nas suas vastas officinas de trabalho todos os visitantes, a quem attrahe a curiosidade ou o desejo de se instruir; e por certo que vale bem a pena de fazer uma visita áquelle grande templo do trabalho; o homem menos curioso de sciencia e de industria fica maravilhado perante o imponente espectaculo que apresenta aquelle colosso da industria. É profunda a impressão que pela primeira vez faz a vista de numerosos altos fornos projectando nos ares as suas grandes chammas. Não é menos bello o espectaculo da grande exploração das minas, n'elle ha poesia e grandeza.

EXPOSIÇÃO ALLEMÃ

Exposição prussiana. Locomotiva de Borsig. — Dos onze principaes estabelecimentos de construcção especial de locomotivas que possue toda a Allemanha, o de Borsig de Berlin, é de certo um dos mais notaveis. Figurava na exposição prussiana uma bella locomotiva construida por Borsig, era o numero 2000; veiu encontrar-se no grande concurso internacional de 1867 com a 1080, do Creusot, e com a 2012, de Stephenson.

A locomotiva de Borsig tinha seis rodas; as duas de diante eram livres; as motoras eram situadas a meio, e iguaes em diametro ás posteriores, ás quaes se achavam ligadas por meio de bielles; os cylindros eram exteriores. A caldeira tinha um capacete pyramidal collocado perto da chaminé. Na parte posterior tinha um abrigo para preservar o conductor da chuva e das correntes do ar. Na construcção da elegante locomotiva abundava o bello aço de Krupp; de modo que á grande resistencia os diversos orgãos do mechanismo juntavam a ligeireza e a elegancia.

Eis as principaes dimensões da locomotiva de Borsig:

Diametro dos pistões, $0^m,432$.
Curso dos pistões, $0^m,56$.
Diametro das rodas conjugadas, $1^m,375$.
Diametro das rodas livres de supporte, $1^m,020$.
Diametro da caldeira, $1^m,245$,
Numero de tubos, 156.
Diametro dos tubos, $0^m,049$.
Comprimento da grelha, $1^m,195$.
Largura da grelha, $0^m,982$.
Altura do céu acima da grelha, $1^m,258$.
Superficie de aquecimento dos tubos, $89^{m2},50$.
Superficie de aquecimento da fornalha, 6 metros quadrados.
Superficie total de aquecimento, $95^{m2},50$.
Pressão do vapor na caldeira, 8 atmospheras.
Peso sobre cada eixo conjugado, 12 toneladas.
Peso sobre o eixo dianteiro, 8 toneladas.
Peso total, 32 toneladas.
Força de tracção, 4,5 toneladas.

Exposição de Boschum. — A sociedade de Boschum, na Westphalia, era um dos principaes expositores da secção prussiana. O objecto especial d'esta sociedade é a exploração de minas e a fabricação de aço fundido. Não tinha esta sociedade na exposição nenhuma machina de vapor completa; porém diversos orgãos e peças de ferro e de aço fundido para machinas de vapor de diversos generos figuravam na grande galeria do trabalho do palacio, e mostravam bem os progressos e o actual estado da industria das machinas de vapor no reino de Prussia.

Eis os principaes objectos expostos pela sociedade Boschum, de Westphalia:

Uma arvore de aço fundido de machina de vapor maritima, pesando 2:700 kilogrammas, e seis eixos de rodas de locomotivas e tenders.

Molas de aço fundido para supporte de wagons de passageiros e mercadorias.

Cintas de aço fundido para rodas de locomotivas e wagons. Estas cintas são obtidas pela martellagem e laminagem do aço fundido. Por estas diversas operações mechanicas as cintas adquirem um diametro triplo do primitivo.

Um cylindro de machina de locomotiva, com os seus canaes para a passagem do vapor, e placa de fundação ou supporte, tudo de aço fundido de um só jacto em cadinho.

Rodas de locomotiva e wagons, de aço fundido em moldes de barro e recozido depois, e torneadas sem serem laminadas nem batidas. Percorrem as rodas d'esta especie geralmente de 80:000 a 90:000 kilometros sem necessidade de reparação.

Carris, cruzamentos e mudanças de vias de aço, fabricados pelo systema Bessemer.

O aço tem sobre o ferro a vantagem de possuir, alem da propriedade de se poder fundir ou forjar segundo as necessidades, as preciosas qualidades de maior tenacidade e solidez. Ao principio o aço fundido só era empregado em fórmas regulares e simples, que diversas operações mechanicas depois transformavam segundo as exigencias da industria. É sabido que em objectos de aço a fabrica de Krupp em Essen, da qual já demos noticia, é a primeira em lhes dar aquelle grau de perfeição que lhe tem grangeado a reputação de celebridade, de que tão justamente gosa. Aos estudos e ao trabalho de J. Mayer, director e fundador da sociedade de Boschum, são devidos certos aperfeiçoamentos na fabricação de objectos de aço fundido de qualquer fórma, moldan-

do-o como o ferro fundido, e muitas vezes ficando depois da fundição em estado de servir, sem ser necessario nem tornea-lo, nem corrigi-lo de modo algum; tal é a perfeição do molde e da fundição.

Datam de 1850 as primeiras tentativas feitas para applicar o aço fundido á fabricação dos eixos das locomotivas e wagons. Experiencias repetidas fizeram conhecer que os eixos de aço não temperado eram muito superiores aos outros. Duas qualidades devem possuir aquelles eixos, grande resistencia de elasticidade e grande tenacidade para resistirem a choques violentos sem partirem.

Os eixos expostos pela sociedade de Boschum offereciam á observação uma grande homogeneidade e immensa solidez. Os eixos de aço reunindo á maior resistencia mais ligeireza, porque podem ter menor diametro que os de ferro, e alem d'isso esquentando-se menos no movimento de rotação prolongado, apresentam vantagens que os fazem preferir aos de ferro, apesar do seu preço ser mais elevado. Sobre estes productos da industria das machinas de vapor, em geral poucos estabelecimentos podem lutar vantajosamente com os da Allemanha do norte. A fabrica prussiana de Boschum é tambem uma especialidade n'este genero.

A grande arvore de machina maritima de vapor exposta por esta sociedade apresentava qualidades analogas. Erá um bello specimen da industria do aço. Os eixos dos barcos de vapor que fazem a navegação no Rheno são geralmente feitos de aço fundido.

As molas de aço fundido para locomotivas e wagons eram magnificas, e as suas boas qualidades justificam o uso e o grande consumo que d'estes productos fazem os caminhos de ferro em Allemanha.

As cintas de aço são de uma vantagem incontestavel sobre as de ferro. Com effeito basta dizer que para fazer uma cinta de ferro se curva uma barra d'este metal em fórma de annel, e se soldam depois as suas ex-

tremidades. É claro que por mais bem feita que seja esta soldadura, a resistencia n'esta parte é forçosamente menor que no resto do annel. Foi o celebre Krupp quem primeiro conseguiu fazer cintas sem soldadura, anneis, por assim dizer, sem principio nem fim, empregando em logar do ferro o aço. Já descrevemos o curioso processo de fabricação de cintas de rodas de locomotivas empregado por Krupp, segundo o qual a massa de aço fundido é alongada, fendida no centro e estendida por meio de acções mechanicas em fórma de annel. Na fabrica de Boschum estas cintas de aço são obtidas por outro modo. Funde-se em uma só peça um cylindro de aço, do qual se fazem 20 ou 30 cintas, sendo o seu diametro proximamente a terça parte do que deve ser o das cintas. Cortam-se tantos anneis d'este cylindro quantos se pretendem, e submettem-se em seguida á acção da martellagem e da laminagem até ficarem com o diametro devido. Para os laminadores que exercem estas enormes pressões sobre o aço a fim de lhe dar as desejadas dimensões, é precisa uma força de 300 a 400 cavallos.

Desde 1860 a fabrica de Boschum tem fornecido ás companhias dos caminhos de ferro uma quantidade enorme de rodas massiças de aço fundido para wagons. As vantagens das rodas cheias sobre as rodas de raios consistem na maior resistencia que ellas apresentam; as cintas das rodas ordinarias de raios têem o inconveniente de se poder produzir, em certas circumstancias, uma tensão muito forte que lhes faz correr o risco de se partirem. Nas rodas cheias, a roda e a sua cinta formam um só corpo, resultado da moldagem sem intervenção de martellagem nem laminagem. Alem d'isso as rodas massiças conservam melhor a fórma circular e levantam menos poeira.

O cylindro de locomotiva exposto pela sociedade Boschum era uma verdadeira amostra do estado de aperfeiçoamento em que se acha a industria do aço. O cylindro com os seus canaes e placa de assentamento e

fixação formavam um só corpo. Os cylindros de aço apresentam maior resistencia e são susceptiveis de muito maior duração do que os de ferro. Nos cylindros de ferro fundido com placa, quasi sempre esta se fende mais tarde ou mais cedo, ficando inutilisados os cylindros.

Para mostrar o desenvolvimento da industria do aço nas suas applicações ao material dos caminhos de ferro, basta dizer que a sociedade de Boschum, em Westphalia, fabricou n'estes ultimos annos e vendeu a diversas linhas ferreas de Allemanha mais de 40:000 eixos para wagons, 5:000 para locomotivas, 150:000 molas, 40:000 cintas para rodas, e 20:000 rodas cheias, apesar do maior preço d'este novo material, e apesar das companhias estarem em geral sufficientemente providas do necessario para a exploração, e recuarem diante de innovações dispendiosas.

Exposição austriaca. Locomotivas de Sigl. — O conhecido constructor Sigl, de Vienna d'Austria expoz, uma bella locomotiva destinada ao caminho de ferro de Moscow a Kursk. N'esta machina havia oito rodas iguaes e conjugadas. A chaminé era de fórma conica de larga abertura na parte superior; esta disposição é muito vantajosa para evitar que as fagulhas arrastadas pela tiragem sejam projectadas para fóra; por cima do tubo ordinario da chaminé ha um desviador conico recurvado, contra o qual esbarram as fagulhas, que pelo seu peso então cáem no grande envolucro conico. É sobre tudo quando se queima lenha, que é indispensavel esta disposição.

Eis as principaes dimensões d'esta locomotiva:

Diametro dos cylindros, $0^m,33$.
Curso dos pistões, $0^m,632$.
Diametro das rodas, $1^m,22$.
Diametro da caldeira, $1^m,524$,
Numero de tubos da caldeira, 220.
Comprimento dos tubos, $4^m,724$.
Diametro dos tubos, $0^m,051$.
Superficie da grelha, $1^{m2},82$.
Superficie de aquecimento dos tubos, $166^{m2},32$.

Superficie de aquecimento da fornalha, $9^m,68$ metros quadrados.
Superficie total de aquecimento, 176 metros quadrados.
Pressão do vapor na caldeira, 9 atmospheras.
Peso sobre o primeiro eixo, 11,5 toneladas.
Peso sobre o segundo eixo, 12,5 toneladas.
Peso sobre o terceiro eixo, 13 toneladas.
Peso sobre o quarto eixo, 14 toneladas.
Peso total, 51 toneladas.

Outra locomotiva figurava na exposição austriaca, tambem construida na mesma fabrica, que tinha seis rodas, sendo as motoras collocadas a meio e iguaes e conjugadas com as posteriores. Ambas as locomotivas tinham um abrigo para o conductor.

Locomotiva de Vaessen e Haswell. — A sociedade dos caminhos de ferro do estado da Austria expoz uma locomotiva de montanha, denominada Steierdorff, construida por Vaessen e Haswell. Este specimen pertence ao genero das machinas que fazem o serviço da exploração do caminho de ferro de Oravicza a Steierdorff, na extensão de 33,5 kilometros, sendo a differença de nivel nos extremos 337 metros; o maximo declive das rampas é $0^m,020$, tendo muitas curvas de 114 metros de raio, pesando os carris apenas 28,3 kilogrammas por metro. A velocidade maxima não excede 19 kilometros por hora.

É a locomotiva Steierdorff uma machina-tender. Tem dez rodas. Os cylindros são exteriores; as hastes dos seus pistões dão movimento ás rodas do meio; estas rodas acham-se ligadas por meio de bielles ás quatro rodas dianteiras, e a um eixo subsidiario transversal do systema Fink, o qual se acha por baixo da caldeira e acima do quarto par de rodas; este eixo transversal por meio de bielles e manivelas communica o movimento ao quarto par de rodas directamente ligado por bielles ao quinto e ultimo de trás. O eixo subsidiario está tambem ligado ao terceiro eixo da locomotiva, por meio de barras articuladas sobre as caixas lubrificadoras. As manivelas são todas exteriores.

Para a descida das rampas, faz uso esta locomotiva

de um freio a vapor composto de dois cylindros verticaes collocados por baixo da caldeira, cujos pistões, quando são actuados pelo vapor pela parte inferior sobem, e por meio de dois balanceiros apertam os freios de encontro ás rodas de diante. Basta abrir uma torneira para produzir este effeito. Fechando a torneira os pistões cáem, e os freios desapertam-se. Ha alem d'isso uma valvula, que fechada intercepta ou diminue a passagem ao escapamento do vapor nos cylindros das machinas, fazendo assim um effeito de contra-pressão para moderar a velocidade da descida.

A ligação dos supportes do tender e locomotiva é do systema Engerth, ficando os dois trens, um de seis rodas outro de quatro, articulados por uma cavilha, podendo fazer um certo angulo, necessario por causa das curvas.

Quando a locomotiva caminha sobre curvas, o terceiro eixo desloca o eixo subsidiario, de modo que lhe fique sempre parallelo; este eixo subsidiario desloca-se tambem no plano vertical, continuando a transmittir movimento ás rodas do tender; o modo de articulação das bielles permitte-lhes a inflexão em todos os sentidos.

A parte anterior da caldeira descansa sobre o trem dianteiro, e a parte posterior sobre o tender. O supporte ou caixilho da locomotiva tem os cylindros e mechanismo motor e a distribuição do vapor. O supporte do tender tem diversas peças para a transmissão do movimento do eixo subsidiario, a plataforma para os conductores, e o deposito de carvão. O deposito de agua vae sobre o terceiro carro, onde vão tambem as bagagens e o chefe do comboio; este carro é ligado ao tender por uma cavilha, e dirige o ultimo eixo da machina.

Eis as principaes dimensões da notavel locomotiva austriaca:

Diametro dos cylindros, $0^m,461$.
Curso dos pistões, $0^m,632$.
Diametro das rodas, 1 metro.
Diametro dos cylindros de vapor do freio, $0^m,197$.

Curso maximo dos seus pistões, $0^m,250$.
Comprimento do balanceiro do freio a vapor, $0^m,395$.
Alavanca que liga com as hastes dos pistões, $0^m,500$.
Alavanca que liga com o freio, $0^m,263$.
Diametro da caldeira, $1^m,238$.
Espessura da chapa da caldeira, $0^m,013$.
Numero de tubos, 158.
Comprimento dos tubos, $4^m,425$.
Diametro dos tubos, $0^m,053$.
Espessura dos tubos, $0^m,002$.
Comprimento da grelha, $1^m,471$.
Largura da grelha adiante, $0^m,891$.
Largura da grelha atrás, $1^m,010$.
Superficie de aquecimento dos tubos, $115^{m2},69$.
Superficie de aquecimento da fornalha, $7^{m2},22$.
Superficie total de aquecimento, $122^{m2},91$.
Diametro da chaminé, $0^m,421$.
Pressão do vapor na caldeira, 8 atmospheras.
Peso sobre o primeiro eixo, 9,2 toneladas.
Peso sobre o segundo eixo, 9,1 toneladas.
Peso sobre o terceiro eixo, 8,75 toneladas.
Peso sobre o quarto eixo, 6,25 toneladas.
Peso sobre o quinto eixo, 9,1 toneladas.
Peso total, 42,40 toneladas.
Força de tracção, 5 toneladas.

A locomotiva exposta já havia percorrido 44:084 kilometros.

EXPOSIÇÃO BELGA

A exposição das locomotivas belgas achava-se em um dos annexos do parque. Apresentava algumas machinas muito bellas, e que bem mostravam o adiantamento da industria d'este ramo especial de machinas de vapor n'aquelle paiz, notavel e digno de ser imitado a tantos respeitos.

A sociedade belga de Couillet expoz uma locomotiva que merece especial menção. Possue esta locomotiva só quatro rodas iguaes e ligadas por bielles. Estas rodas recebem movimento de um eixo motor sem rodas collocado a meio. Os pistões dos cylindros das machinas, por meio das respectivas bielles e manivelas dão movimento áquelle falso eixo, o qual o transmitte ás quatro rodas. Uma disposição especial permitte fazer variar a distancia dos eixos das rodas para facilitar a passagem em curvas de pequeno raio.

A locomotiva Couillet tem dois corpos longitudinaes, um de cada lado da caldeira, onde leva os depositos de agua e carvão. D'este modo utilisa-se, para produzir a adherencia sobre os carris, não só o peso da locomotiva, mas tambem o das suas provisões.

Possue a locomotiva belga um freio especial para a descida das rampas, o qual actua sobre os carris de cada lado da machina, por meio de um balanceiro. Evita-se d'este modo o inconveniente que têem os freios ordinarios de deteriorarem promptamente as cintas das rodas e provocarem ás vezes a ruptura das bielles.

Como esta machina tem só quatro rodas, passa facilmente em curvas de pequeno raio, o que é tambem facilitado pelo jogo que podem ter os eixos das rodas. Por outro lado a sua grande adherencia permitte subir fortes rampas. É especialmente vantajosa para a exploração mineira em paizes accidentados.

Tem a locomotiva de Couillet os cylindros e todo o mechanismo motor collocados por baixo da caldeira. O comprimento total da caldeira é $4^m,594$, sendo $2^m,335$ a distancia comprehendida entre as placas tubulares. O capacete acha-se collocado perto da chaminé. A pressão effectiva do vapor na caldeira é de 8 atmospheras. As quatro rodas têem $1^m,20$ de diametro.

Leva esta machina comsigo depositos de 1:800 litros de agua, e 400 kilogrammas de carvão. Foi a locomotiva de Couillet construida por E. Smits.

Notámos na exposição belga ainda as seguintes locomotivas:

Uma machina de seis rodas conjugadas com cylindros interiores, caldeira com o capacete a meio, e um abrigo para o conductor, exposta pela companhia belga dos caminhos de ferro.

Uma locomotiva de seis rodas conjugadas com cylindros interiores, caldeira com capacete perto da chaminé, levando comsigo os depositos de agua e carvão, exposta pelo constructor Carels, de que já fallámos.

Uma locomotiva colossal de Cockerill, de cylindros interiores, com seis rodas, sendo as quatro posteriores conjugadas.

Finalmente uma locomotiva-tender para subir rampas, com cylindros exteriores e inclinados, tendo dez rodas, das quaes as seis primeiras são ligadas, exposta por Vaessen.

Taes eram as locomotivas que compunham a bella collecção exposta no campo de Marte pela pequena nação industrial belga.

EXPOSIÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS

Na classe LXIII a grande republica transatlantica só expoz uma locomotiva; achava-se em um dos annexos do parque. O typo das locomotivas americanas é differente d'aquelles que mais usados são na Europa. Assim os eixos das rodas dianteiras não são parallelos aos das posteriores; aquellas rodas são de menor diametro e independentes d'estas, para facilitar a passagem nas curvas das vias ferreas. Nas caldeiras das machinas americanas a vaporisação é mais abundante do que nas das locomotivas dos diversos paizes da Europa. A caixa de fogo é muito elevada e ligada ao corpo cylindrico por uma parte inclinada. Ha dois capacetes, um sobre o fogão outro ao meio da caldeira; o reservatorio do vapor tem assim uma grande capacidade, o que é exigido pelo grande poder de vaporisação das caldeiras.

A locomotiva enviada pelos Estados Unidos ao grande concurso internacional de 1867, denominava-se America; era construida por Grant, de Patterson, em New-Jersey. Apresentou-se este specimen da industria americana com um luxo surprehendente e desusado n'este genero de machinas; não lhe faltavam dourados e decorações; molduras e polimento, madeira de luxo e oiro, tudo com prodigalidade adornava o exterior da locomotiva americana.

A execução das diversas peças do mechanismo era perfeita e esmerada.

Era a locomotiva americana uma machina mixta, de cylindros exteriores; tinha as rodas motoras collocadas a meio e ligadas ás rodas posteriores por meio de bielles; as rodas dianteiras eram de menor diametro e independentes, com certo jogo em torno de um eixo vertical que facilita a passagem em curvas de pequeno raio. A caldeira tinha dois capacetes, um a meio, outro sobre a caixa de fogo. Um abrigo ou camarote na parte posterior servia de alojamento ao conductor e fogueiro. A chaminé era envolvida por um grande cone cuja base se achava virada para cima; o tubo da chaminé tinha superiormente a pequena distancia um desviador, para repellir as fagulhas para dentro da grande capacidade formada pelo cone invertido. O fumo sáe através de uma grande rede de arame.

Na parte anterior tinha a locomotiva americana um apparelho denominado *cow-catcher*, formado por uma serie de barras delgadas, dispostas em plano inclinado para diante, o qual dista dos carris de uma pequena altura, e serve como de vassoura para desobstruir a via de quaesquer corpos estranhos que poderiam fazer desencarrilhar. Como nas linhas ferreas americanas se não usa geralmente de resguardos, o gado de toda a especie faz frequentes passagens sobre a via, de modo que o apparelho *cow-catcher* se torna muito necessario. Notava-se tambem na locomotiva americana um sino sobre a caldeira e uma grande lampada com reflector na parte anterior; o sino toca geralmente a meio kilometro de distancia das passagens de nivel.

A sumptuosa machina americana parece não ter custado menos de 27:000$000 réis. Apesar da perfeição com que se achavam executadas as diversas peças do seu mechanismo, comtudo a relação entre os seus orgãos não estava completamente em harmonia com os principios da sciencia; e a este respeito vem a propo-

sito citar um detalhe observado mui judiciosamente por um dos mais illustres e abalisados engenheiros da França, mr. Séguin, auctoridade respeitavel sobre estes especiaes assumptos.

Para equilibrar o peso das bielles das rodas motoras, tinha a locomotiva America um peso collocado nas rodas do lado opposto áquelle onde se articulava a bielle, sendo aquelle peso metade do peso da bielle, e sendo a sua distancia ao eixo o dobro da distancia do dito eixo á bielle. Vê-se claramente que o constructor teve em vista manter a igualdade dos momentos estaticos da bielle e do contrapeso em relação ao eixo das rodas.

Mas esta igualdade de esforços para o equilibrio, não se mantem durante o movimento, porque os momentos de inercia são differentes, sendo muito maior o momento de inercia do contrapeso, por se achar a maior distancia o dito contrapeso, do que o momento de inercia da bielle. O resultado é forçosamente uma tendencia das rodas motoras para se desviarem para o lado do contrapeso, o que deve produzir um augmento de fricções dos eixos nas chumaceiras, d'onde podem resultar graves inconvenientes. Para que se verificasse a igualdade dos momentos de inercia, o contrapeso e a bielle deviam ter o mesmo peso e deviam achar-se collocados á mesma distancia do eixo. É de notar que a viciosa disposição que a este respeito apresentava a machina americana se achava reproduzida, posto que com menor exageração, em outras locomotivas.

CARACTER MAIS SALIENTE DAS LOCOMOTIVAS DA EXPOSIÇÃO

Comquanto todos os specimens de locomotivas que mencionámos sejam magnificos productos da industria d'este ramo especial de machinas de vapor, devemos dizer que a tendencia manifesta que hoje apresentam as locomotivas de quasi todas as nações, é de augmentar consideravelmente as dimensões d'aquelles possantes

motores; apenas a Inglaterra faz excepção n'esta tendencia exagerada para as machinas gigantes, e não nos parece que faça mal.

Com effeito a principal rasão que tem levado as companhias dos caminhos de ferro do continente da Europa a adoptar locomotivas colossaes, é o poder em cada comboio levar muito maior carga, que augmenta consideravelmente o lucro dos accionistas, o que lhes tem permittido reduzir bastante as tarifas do transporte das mercadorias; e, como sempre succede em casos analogos, a consequencia da diminuição dos preços é o augmento da affluencia das mercadorias, e portanto um reciproco lucro para o publico e para as companhias dos caminhos de ferro. É em França que este facto economico se tem mais pronunciado, e os caminhos de ferro francezes são por certo hoje dos mais rendosos.

Mas as locomotivas colossaes tendo muito maior peso, augmentam extraordinariamente o uso e deterioração dos carris, d'onde resulta uma rapida deterioração nas vias ferreas, e uma nova causa de graves accidentes para a exploração.

Terminando diremos, que se as companhias, e em geral os constructores, se têem applicado quanto possivel a fazer toda a qualidade de melhoramentos de detalhe, os principios da philosophia da sciencia não têem sido sufficientemente attendidos. É o que teremos occasião de considerar no fim d'este nosso trabalho.

IV

LOCOMOVEIS

DESCRIPÇÃO GERAL DAS LOCOMOVEIS

Locomoveis portateis.— Haverá talvez apenas dezeseis annos que se começou a construir machinas de vapor portateis, destinadas especialmente na sua origem aos trabalhos da agricultura, onde a presença do motor se

torna necessaria ora em um ponto ora em outro. A partir d'essa epocha, porém, o uso d'estas machinas de facil transporte tem-se generalisado extraordinariamente para todo o genero de serviço onde póde ser necessaria a presença de um motor possante e docil como é o vapor. Estas machinas receberam o nome de locomoveis.

Uma locomovel apresenta o aspecto de uma locomotiva. Tem uma caldeira cylindrica, horisontal e tubular, com a grelha na parte posterior como a caixa de fogo das locomotivas. As chammas e productos da combustão atravessam os tubos da caldeira e desembocam na caixa de fumo, e depois sáem pela chaminé collocada na parte anterior, tambem como a das locomotivas.

As machinas das locomoveis são sempre de acção directa. O cylindro geralmente é fixo e horisontal, collocado sobre a caldeira; o seu pistão, por meio da competente bielle e manivela, dá movimento ao volante; o movimento d'este é transmittido por meio de rodas e correias para onde necessario for. As locomoveis são machinas de alta pressão, e em geral sem condensação. O systema todo de machina e caldeira descansa sobre rodas, geralmente quatro, para ser transportado, sendo puxado por bois ou cavallos.

O desenvolvimento da construcção d'esta classe de machinas de vapor, tem tomado proporções extraordinarias, chegando mesmo a invadir o dominio das machinas fixas. Assim não é raro ver uma locomovel fazer o serviço que desempenharia perfeitamente, e que conviria mesmo mais a uma machina fixa.

Não é só a agricultura que emprega as locomoveis nos seus variados trabalhos de moer trigo, cortar raizes, bater os grãos, moer ossos, cortar palha; nas distillações, na fabrica dos tubos de drainagem, etc., dando aquellas machinas de vapor o movimento a diversas machinas agricolas que executam os diversos trabalhos. Na fabricação dos assucares para espremer as cannas, na extracção dos minerios, na dragagem dos canaes sem

interromper a navegação, no esgotamento das aguas, na elevação de materiaes, etc., empregam-se machinas especiaes cujo movimento é dado vantajosamente por locomoveis. Na maior parte d'estes trabalhos, com effeito, seria muito mais incommodo e dispendioso, e ás vezes mesmo inexequivel, o estabelecer machinas de vapor fixas.

Mas a possibilidade de transportar um motor possante e prompto a funccionar sem necessidade de installação alguma, e ao mesmo tempo a facilidade de o remover logoque o seu serviço deixe de ser preciso n'esse logar, fazem com que as locomoveis se appliquem a muitos outros trabalhos, como já dissemos. Os chefes de pequenas industrias, fabricantes e empreiteiros que não são proprietarios do terreno do local onde exercem um certo trabalho, acham naturalmente n'este genero de machinas de vapor todas as vantagens, sem correrem risco de grandes despezas com a mudança de toda esta importante mobilia do trabalho.

Hoje fazem-se locomoveis de muito maior força do que no principio; assim construem-se actualmente locomoveis de força de mais de 25 cavallos. N'este caso é conveniente empregar dois cylindros em logar de um só.

Locomoveis de tracção. — A questão das locomoveis de tracção, ou machinas de vapor destinadas a andar em estradas ordinarias, tem recentemente sido objecto do estudo de muitos constructores. A idéa de applicar as machinas de vapor á locomoção terrestre sobre estradas ordinarias, precedeu a de as applicar aos caminhos de ferro. Aindaque não tiveram grande exito, as primeiras tentativas mostraram a possibilidade de realisar este meio de locomoção. Mas as grandes vantagens da applicação da machina de vapor aos caminhos de ferro, e a sua generalisação por toda a parte absorveram a attenção de todos os constructores por muito tempo. Foi depois que as principaes nações completaram as grandes redes de vias ferreas, que de novo o genio industrial e

inventivo dos constructores começou a applicar-se ao estudo de realisar do melhor modo possivel o problema da locomoção de vapor em estradas ordinarias.

Muitos são os systemas que têem sido imaginados para resolver aquelle problema. As locomoveis que têem por fim a locomoção, receberam o nome de locomoveis de tracção. São geralmente machinas de grande força de tracção e de pequena velocidade; podem ser tambem applicadas a outros fins, independentemente de servirem de motor para a locomoção sobre os caminhos ordinarios da viação terrestre.

LOCOMOVEIS DA EXPOSIÇÃO

Abundavam na exposição locomoveis de todas as fórmas e dimensões. O uso muito geral e tão vulgarisado d'esta especie de machinas, explica a grande concorrencia de expositores n'este artigo da classe LIII. É impossivel citar aqui todos os specimens de boas locomoveis que figuravam na exposição universal de París de 1867; seria mesmo reproduzir muitas vezes a mesma descripção. Limitar-nos-hemos a mencionar apenas algumas das mais notaveis.

Locomovel de Farcot. — Na exposição franceza figurava uma bella locomovel digna de mencionar-se. Era uma construida e exposta pelo habil constructor Farcot, de cuja exposição de machinas de vapor já mais em especial nos occupámos n'este nosso estudo.

A locomovel de Farcot era da força de 16 cavallos, e tinha uma particularidade rara n'esta classe de machinas, qual era o ser provida de condensação. A sua caldeira tinha um feixe tubular bem como o fogão moveis, para facilmente se poderem limpar. A marcha da machina era regulada pelo pendulo conico de braços e bielles cruzados, de invenção de seu construcctor, que já descrevemos em outro logar. A locomovel de Farcot dava movimento a dois ventiladores duplos do systema

Perrigault, os quaes faziam o serviço de ventilação do palacio da exposição no campo de Marte, como já descrevemos.

Locomoveis de Calla. — São conhecidas por toda a parte as locomoveis da fabrica de F. Calla. Figuravam na exposição diversas locomoveis d'este constructor; assim uma locomovel de Calla dava movimento a uma bomba de Letestu, a qual alimentava um grande reservatorio de agua, escondido entre umas ruinas no parque do campo de Marte; esta locomovel era da força de 20 cavallos, e a bomba elevava 400:000 litros de agua por hora. Era tambem uma locomovel de Calla, da força de 25 cavallos, que dava movimento a uma bomba centrifuga de Neut e Dumont, collocada a 150 metros de distancia. Tinha esta locomovel um fogão do systema Pindray, composto de uma grelha de barras curvas e muito altas, inclinada de diante para trás, que permitte queimar toda a especie de carvão de pedra. Em media, n'este apparelho, um kilogramma de carvão vaporisa 9 litros de agua, para uma pressão media de 5 atmospheras. A bomba de Neut e Dumont aspirava agua a 90 metros de distancia, e elevava 800:000 litros por hora á altura de 8 metros.

As locomoveis de Calla têem os geradores munidos de tubos de latão. Em geral a disposição e dimensões da superficie de aquecimento da grelha e tubos são taes, que aquellas machinas podem funccionar indifferentemente com carvão de pedra, lenha, etc. Um regulador permitte augmentar ou diminuir a tiragem. Juntando-lhe um pequeno apparelho esquentador, póde aquecer-se a agua de alimentação por meio do calorico do vapor que se deixa perder na atmosphera, realisando-se assim uma certa economia de combustivel.

Os geradores das locomoveis de Calla são geralmente timbrados a 6 atmospheras. Estas machinas não têem condensação; comtudo o consumo de combustivel que para as de pequenas dimensões não é inferior a 4 ou 5

kilogrammas de carvão por cavallo e por hora, para machinas de maior força desce a ser apenas 2 a 2,5 kilogrammas de carvão por cavallo e por hora. A força real d'estas machinas é geralmente de 40 por 100 superior á sua força nominal.

Cabo telo-dynamico de Hirn. — A maneira por que se fazia a transmissão da acção do motor á bomba collocada á distancia de 150 metros, já foi descripta no principio d'este relatorio; como então dissemos, era o cabo telo-dynamico de Hirn, construido por Martin Stein, de Mulhouse, que fazia esta transmissão de movimento, da locomovel á bomba. O cabo formado por fio de ferro de $0^{m},008$ de diametro, em todo o trajecto de 150 metros apenas se apoiava em duas roldanas de retorno, uma para a volta superior, outra para a inferior. O cabo abraçava uma roda fixa sobre o eixo do volante da locomovel, e outra roda fixa sobre o eixo da bomba.

Em uma serie de experiencias feitas com uma machina de vapor da força de 50 cavallos, e um cabo de 230 metros de extensão, pesando 488 grammas por metro, passando em roldanas de 2 a 3 metros de diametro, a perda de trabalho absorvido pela transmissão do cabo não chegou a 3 cavallos. Em geral achou-se que a perda era menor relativamente para grandes forças. Para o augmento de velocidade parece haver um acrescimo na perda. Estes resultados são muito notaveis, e mostram como em certos casos póde haver mais vantagem em fazer as transmissões do movimento por meio de cabos directamente do que por intermedio de veios e correias, poisque n'aquelle caso se perde muito menos da força disponivel.

Locomoveis de Warral, Elwell e Poulot. — Figurava em um dos annexos da secção franceza do parque uma locomovel exposta pela casa Warral, Elwell e Poulot, de París, que apresentava um typo diverso d'aquelle que geralmente se observa em taes machinas. A locomovel de que fallâmos tinha a sua caldeira vertical bem

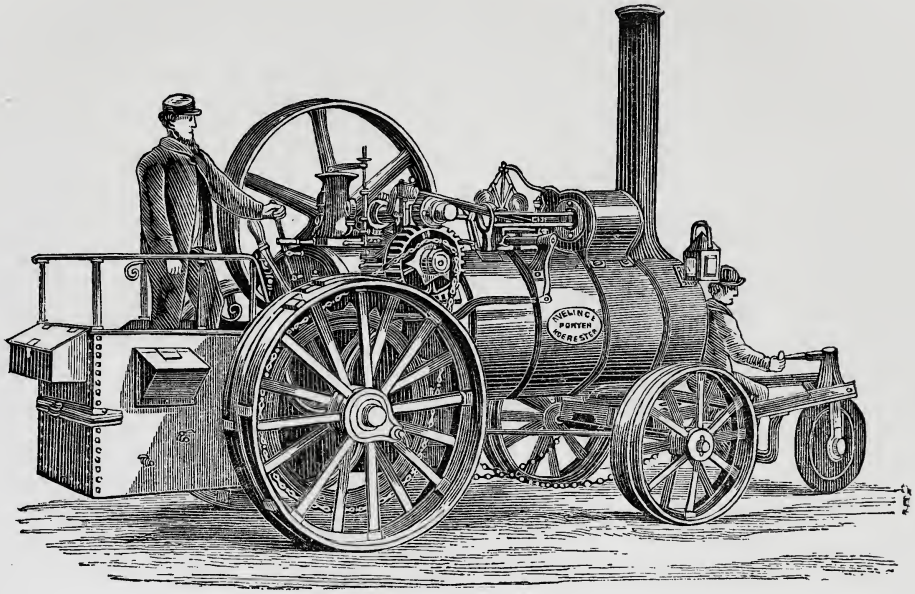
como o cylindro; o todo montado em um supporte com quatro rodas. Tinha o aspecto de uma machina fixa de cylindro vertical.

Locomovel de Ransomes. — Citaremos ainda como um dos bellos specimens das locomoveis que figuravam no grande concurso internacional de 1867, uma magnifica machina ingleza que se achava exhibida na secção britannica da grande galeria das machinas; era uma locomovel de dois cylindros, construida por Ransomes e Sims, de Ipswich. Consta-nos que um dos nossos distinctos engenheiros o sr. Moura Coutinho d'Almeida d'Eça fizer aacquisição de uma bella locomovel de Ransomes para diversos trabalhos de esgotamento de pantanos no nosso paiz.

Locomovel de tracção de Aveling e Porter. — As locomoveis de tracção achavam-se expostas no parque, do lado sudoeste; viam-se ali diversos systemas; descreveremos os mais notaveis.

A casa ingleza Aveling e Porter, de Rochester, expoz uma locomovel da força de 10 cavallos, que nos pareceu ser uma das melhores da exposição. Tinha esta locomovel uma caldeira como as locomotivas ordinarias, e um cylindro horisontal collocado superiormente na extremidade anterior da caldeira. O vapor que vem da caldeira antes de entrar no cylindro circula em uma camisa que envolve este, conservando-lhe assim uma elevada temperatura. A haste do pistão do cylindro, por meio da bielle e manivela, dá movimento a uma grande roda, cujo eixo tem uma roda dentada que engrena com outra cujo eixo transmitte o movimento ao eixo das rodas motoras por meio de uma cadeia de ferro.

Tem a machina de Aveling e Porter um duplo systema de engrenagens, o que tem a vantagem de poder dar duas velocidades; com um dos systemas de rodas anda a locomovel 4 kilometros por hora, e com o outro anda 8 kilometros no mesmo tempo. As rodas motoras estão a trás; têem $1^{m},974$ de diametro. As suas



Locomovel de tracção, de Aveling e Porter, de Rochester.

cintas têem na circumferencia $0^m,457$ de largura. Cada uma d'estas rodas é independente uma da outra, o que é vantajoso para as voltas rapidas. Quando o caminho é muito movediço, introduzem-se umas palhetas de ferro em uns buracos que para isso têem expressamente as rodas motoras. A locomovel de Aveling e Porter tem adiante tres rodas, sendo uma na frente, a qual o conductor, que vae na parte anterior, dirige por meio de uma manivela.

A machina cuja descripção acabâmos de fazer póde levar agua e carvão para 16 kilometros. Um freio resistente actuando sobre o eixo motor permitte parar rapidamente. Pesa a machina 13 toneladas, e consome 500 kilogrammas de carvão por 10 horas de marcha, o que equivale a 5 kilogrammas por hora e por cavallo.

A machina de Aveling e Porter exposta era um bello specimen das locomoveis de tracção, cujo systema já tem sido muito experimentado, poisque os seus auctores já têem construido mais de trezentas d'estas locomoveis. Entretanto pareceu-nos o systema de transmissão bastante sujeito a accidentes.

Locomovel de tracção de Garrett. — Via-se em um dos annexos da exposição ingleza, onde se achavam exhibidos differentes objectos agricolas, uma locomovel de Garrett destinada a andar em estradas ordinarias. Tinha esta machina cinco rodas, duas atrás, tres adiante, sendo uma na frente para dirigir a locomovel. Perto da chaminé estava o cylindro fixo e horisontal sobre a caldeira; a haste do seu pistão, por meio da bielle e manivela, dava movimento ao eixo do volante. As rodas motoras recebiam movimento d'este eixo por meio de engrenagens e cadeia articulada.

Póde esta locomovel arrastar uma carga de 15 toneladas em rampas de $0^m,05$ por metro; nos fortes declives, a carga que póde rebocar é menor; gasta 12 kilogrammas de carvão por kilometro. Leva carvão para um dia e agua para duas horas, para uma velocidade

media de 4 kilometros por hora. Tinha esta locomovel 7 metros de comprimento, $2^m,4$ e de largura. As rodas motoras tinham $1^m,6$ de diametro, e a sua circumferencia $0^m,4$ de largura.

Locomoveis de tracção de Lotz, e de Duvoir e Albaret. — Em alguns dos specimens de locomoveis que tivemos occasião de observar na exposição universal de París, os cylindros eram verticaes e invertidos; as hastes dos seus pistões, por meio de bielles e manivelas, davam movimento de rotação a um volante, o qual por meio de cadeias e engrenagens communicava o movimento ás rodas motoras; tal era a locomovel exposta pelo constructor Lotz, de Nantes, a qual tinha tres rodas; a roda dianteira tinha o seu eixo movel em torno de um eixo vertical que se orienta para um ou outro lado por meio de uma roda de cavilhas, a fim de mudar a direcção do movimento de translação do carro. Em uma locomovel exposta por Duvoir e Albaret, o governo ou mudança de direcção era dada ás rodas posteriores.

Locomovel de tracção de Larmanjat. — A machina de Larmanjat era de pequenas dimensões; apenas da força de 3 cavallos. Apresentava o typo opposto ao das machinas inglezas. Em geral estas são mui possantes e de pequena velocidade, o que se explica pela rasão de que o serviço que geralmente têem a fazer é rebocar grandes comboios com pesadas cargas.

Na locomovel de Larmanjat havia dois cylindros collocados horisontalmente debaixo da caldeira; as hastes dos pistões d'estes dois cylindros, por meio das competentes bielles e manivelas, davam movimento a um eixo; o movimento de rotação d'este eixo transmittia-se immediatamente ao eixo das duas rodas motoras por meio de uma simples engrenagem. Tinha aquelle eixo dois carretes dentados independentes, que com facilidade se podiam substituir um ao outro na engrenagem; eram uma especie de carretes de reserva.

Uma particularidade importante apresentava a loco-

movel de Larmanjat. É claro que quando em uma estrada ordinaria ha rampas e maus caminhos, as locomoveis necessitam de um augmento de força para as poderem percorrer; d'aqui provém que á maior parte d'estas machinas é preciso não fazer arrastar cargas superiores áquella que podem rebocar sobre as maiores difficuldades do terreno. Na locomovel de que estamos tratando ha duas pequenas rodas solidarias sobre o mesmo eixo das rodas motoras; as ditas rodas supplementares manobram-se facilmente por meio de uma alavanca, parafuso e engrenagem, e recebem movimento por meio de uma cadeia de ferro. Quando, *suppondo a velocidade dos pistões a mesma,* forem estas rodas que dão o movimento ao eixo das rodas motoras, em logar da engrenagem directa, necessariamente que a velocidade das rodas motoras será menor, e portanto menor será a velocidade da locomovel, e por consequencia maior a força de tracção, pelo principio de mechanica de que *o que se ganha em força se perde em velocidade.*

Vê-se pois que se a estrada é boa, faz-se com que o eixo das rodas motoras receba movimento directamente por meio do eixo das manivelas; a velocidade de translação será maior e menor a força de tracção; se a estrada é má, faz-se que o eixo das rodas motoras receba movimento por meio das rodas supplementares e cadeia; a velocidade da locomovel será menor n'este caso e maior a força de tracção.

A machina de Larmanjat tem tres rodas; a roda unica de diante é facilmente manobrada por meio de umas alavancas e engrenagem. Póde igualmente esta machina andar para trás ou para diante.

A locomovel que se achava exposta no campo de Marte tinha uma velocidade media de 12 kilometros por hora. Em rampas de $0^{m},08$ reduz-se esta velocidade a 4 kilometros por hora. Consome, pelo menos, 8 a 10 kilogrammas de carvão por cavallo e por hora. Não só foi muito experimentada durante a exposição,

mas mesmo antes percorreu caminhos e calçadas muito ingremes no Auxerre. Podia rebocar 3 toneladas com a velocidade de 10 kilometros por hora. O seu peso era apenas de 1:400 kilogrammas. Até á epocha em que nos foi dado observar esta interessante machina, já havia percorrido 1:500 kilometros sem necessidade de reparação alguma.

V

MOTORES DIVERSOS EM QUE SE EMPREGA O CALORICO

É sabido que as machinas de vapor são machinas em que o motor é o calorico; o vapor da agua não é mais do que o intermedio para a transformação de uma parte do calorico que lhe é ministrado pela combustão, em trabalho mechanico; a parte porém do calorico que é transformado no trabalho da machina é mui pequena nas machinas de vapor, mesmo contando com o trabalho absorvido pelas resistencias passivas, pelo esfriamento, etc. Varias tentativas têem sido feitas para substituir ao vapor da agua outros gazes e vapores, com o fim de melhor aproveitar o calorico fornecido a taes machinas; mas se com effeito em algumas das machinas de gaz e de ar quente se consegue obter uma maior transformação do calor em trabalho mechanico, apresentam comtudo essas machinas graves inconvenientes que as tornam muito inferiores ás de vapor. Póde-se dizer que a machina de vapor ordinaria continua a reinar triumphante por toda a parte. Apenas em certas pequenas industrias, onde se não precisa de motor mais forte senão em alguns dias e durante poucas horas, e em logares onde a installação de machinas de vapor não é facil e sem perigos, é que têem vantagem outros motores, como é por exemplo a bem combinada machina de gaz de illuminação de Lenoir.

Figuravam na exposição diversas machinas em que se emprega como intermedio do calorico o ar quente, e

diversos gazes. Citaremos apenas a este respeito alguns dos motores mais notaveis que tivemos occasião de observar no grande concurso internacional de 1867.

Machinas de gaz de illuminação. — É sabido que na machina de Lenoir, sobre o pistão de um cylindro analogo ao de uma machina de vapor, actua alternadamente sobre cada face o gaz de illuminação, o qual inflammado por uma faísca electrica, em proporções convenientes, dá logar a uma especie de explosão sem detonação, a uma expansão ou dilatação que faz mover o pistão. O movimento rectilineo alternado do pistão, é transformado em movimento de rotação por meio da bielle e manivela, como nas machinas de vapor. A inflammação é feita por meio das faíscas de um apparelho de inducção de Ruhmkorff. A entrada do gaz é regulada por uma especie de gaveta. O gaz deve achar-se no cylindro misturado com ar em tal dóse, que não haja a menor detonação, mas apenas uma suave expansão. O cylindro é continuadamente esfriado por meio de uma corrente de agua fria.

Figuravam na exposição diversas machinas de Lenoir. Algumas forneciam a força motriz a certas machinas e apparelhos disseminados na exposição de diversos paizes, na grande galeria do trabalho das artes usuaes do palacio.

Com o fim de eliminar o uso do apparelho de inducção de Ruhmkorff, bem como os seus accessorios, e tambem para diminuir a quantidade de agua fria que circula em torno do cylindro da machina de gaz, imaginou Hugon, habil constructor de París, uma machina em que o gaz de illuminação é inflammado por meio de uma luz de um bico do mesmo gaz, acceso junto ás aberturas da gaveta que regula a entrada da mistura gazosa ora por um ora por outro lado do pistão do cylindro. Um deposito de 500 litros de agua por cavallo é sufficiente para circular na camisa do cylindro e não deixar elevar a temperatura. Alguma agua injectada dentro do cylindro diminue a quantidade de gordura precisa para

a sua lubrificação. A quantidade de gaz consumido regula por 2:500 litros por cavallo e por hora.

Seis machinas de gaz de Hugon de $\frac{1}{2}$ a 3 cavallos de força, figuravam no concurso internacional de 1867.

Pareceram-nos estas machinas mais faceis de regular e afinar do que as de Lenoir.

Na exposição prussiana tambem figurava uma machina de gaz, na qual a mistura de ar e gaz era inflammada sem o emprêgo da electricidade, exposta por Otto & C.ª, de Colonia. N'esta machina o cylindro era vertical, e o movimento era muito brusco, sendo a distribuição da mistura gazosa regulada por meio de engrenagens e excentricos. O pistão subia pela explosão da mistura gazosa, e descia pelo seu peso e pela acção da pressão atmospherica. O consumo de gaz n'esta machina era apenas de 1:000 litros por cavallo e por hora. A agua de circulação não precisava de ser continuadamente renovada.

Machinas de ammoniaco. — Um novo vapor, o ammoniaco, servia de motor em uma machina exposta, em um dos annexos do parque da secção franceza, por um engenheiro de marinha, mr. Frot. Na machina de que vamos dar uma breve noticia, o gaz ammoniaco achava-se misturado com o vapor da agua na proporção de 80 para 20.

A caldeira, de qualquer das fórmas ordinarias dos actuaes geradores de vapor, é cheia de uma dissolução de gaz ammoniaco. Pelo aquecimento, o gaz evolve-se e passa para o cylindro de uma machina em tudo similhante ás machinas de vapor ordinarias, onde alternadamente actua sobre as faces do pistão do cylindro. Depois de funccionar na machina o ammoniaco passa para um condensador tubular, em cujos tubos o vapor da agua se condensa e o gaz ammoniaco esfria. Por meio de correntes de agua injectadas no condensador o ammoniaco dissolve-se, acabando de se completar a dissolução em um grande vaso, d'onde uma bomba alimentar movida

pela machina a tira e de novo a impelle para dentro da caldeira. Aqui, pelo aquecimento, o gaz ammoniaco de novo se evolve levando algum vapor da agua, vae actuar no cylindro da machina, e assim successivamente.

A agua que serve para produzir o esfriamento passa primeiro em tubos que mergulham no vaso dissolvente, onde rouba o calor da dissolução, depois vae passar em torno dos tubos do condensador, e finalmente desemboca no reservatorio com serpentina de extracção da caldeira.

No vaso dissolvente a dissolução do ammoniaco é quasi saturada; o areometro (pesa-alcali) marca ahi 25°. Na caldeira a dissolução marca 19° no pesa-alcali volatil. A temperatura é de 110° e a pressão do vapor é de 6 atmospheras. A machina exposta era da força de 15 cavallos. Tinha sido primitivamente uma locomovel construida por Claparede.

Segundo as indicações do auctor, nas machinas de maior força deve haver uma bomba de ar que aspire no vaso dissolvente o ar e a dissolução saturada, e os lance em um vaso d'onde a bomba alimentar tire depois a dissolução do ammoniaco e a lance na caldeira.

Como o calorico latente de dissolução do gaz ammoniaco na agua é fraco (100 calorias), apenas a quinta parte do calorico latente de vaporisação da agua, resulta que o aquecimento se faz com menor quantidade de combustivel; alem d'isso o gaz separa-se da dissolução a temperaturas pouco elevadas, de modo que com rapidez se colloca a machina em estado de funccionar.

O gaz ammoniaco sendo facilmente absorvido pela agua, faz-se esta absorpção tão rapidamente no vaso dissolvente, que se obtem uma rarefacção de $0^m,40$ no manometro.

A machina de Frot que se achava na exposição, e da qual acabâmos de dar uma noticia. gastava 1,5 kilogramma de carvão por cavallo e por hora. Devemos dizer que apesar das precauções tomadas com o fim de

evitar as perdas de gaz ammoniaco para a atmosphera, comtudo sempre havia alguma perda, como o denotava o classico cheiro de ammoniaco que se sentia perto da machina.

Machinas de ar quente. — Os motores de ar quente tambem se achavam representados na exposição universal de 1867. A tentativa de Ericsson, um dos celebres inventores do helice dos navios, ou para melhor dizer, um dos felizes que com bastante exito o applicou á navegação, tem sido repetida por varios constructores com maior ou menor successo.

Na exposição americana todos os dias funccionava uma machina de ar quente, construida e exposta por Shaw, de Boston, nos Estados Unidos. N'esta machina o ar quente actua alternadamente sobre a face inferior de dois longos pistões, fazendo-os subir. Estes pistões davam movimento a um balanceiro, o qual por meio de bielles e manivelas dava movimento de rotação a um volante. O ar exterior vindo de um reservatorio onde se acha comprimido, passa através de umas telas metallicas aquecidas pelo calor das fornalhas, aquece-se e entra na parte inferior dos cylindros onde recebe novo calor do fogão collocado por baixo, adquirindo maior tensão assim faz elevar os pistões. Estes pistões quando sobem comprimem o ar frio exterior e obrigam-no a entrar para dentro do reservatorio de alimentação. Um distribuidor faz com que no momento dos pistões chegarem á parte superior do seu curso, o ar que os faz subir passa para a atmosphera, atravessando em sentido contrario as redes metallicas onde perde parte do seu calor. Os pistões d'estas machinas compõem-se geralmente de dois corpos separados por um espaço que communica com o ar exterior.

Postoque estas machinas aproveitem melhor o calorico do que as de vapor, comtudo quaesquer que sejam os cuidados e perfeição com que sejam construidas, nunca funccionam com a regularidade e com a segu-

rança das de vapor de agua, nas quaes o proprio agente motor, o vapor, é um verdadeiro lubrificador que constantemente humedece as paredes dos orgãos em que elle entra.

CONCLUSÃO

O QUE SÃO HOJE AS MACHINAS DE VAPOR E O QUE DEVEM SER

Passámos em revista os principaes specimens de machinas de vapor destinadas a diversos fins, as quaes abrilhantavam a grande exposição universal de París de 1867. Vimos essas maravilhas que têem produzido os progressos da industria n'estes ultimos annos. Tratemos agora de fazer como que a synthese de todos esses magnificos productos que descrevemos e analysámos; vejamos se essas maravilhas de execução, se essas obras primas de Stephenson, Kitson, Borsig, Farcot, etc., são o *desideratum* da industria das machinas de vapor; e se taes machinas examinadas á luz da sciencia e da philosophia são o que deviam ser; emfim, se em principio a machina de vapor deu tudo o que podia dar, ou se ainda lhe restam longos passos a caminhar para, não diremos chegar, mas approximar-se d'aquillo que a theoria indica.

Se analysarmos as diversas machinas de vapor, que para tão differentes misteres construe hoje a industria dos diversos paizes, em relação ao modo de producção do vapor, veremos que em principio não têem experimentado modificações importantes. Desde a invenção das caldeiras tubulares por Séguin em 1829, nas quaes as chammas e productos de combustão, percorrendo grande numero de tubos cercados pela agua, determinam uma vaporisação rapida e abundante d'aquelle liquido pelo grande numero de pontos de contacto que se estabelece entre a agua e o calorico, não tem havido innovação alguma importante no principio dos gerado res de vapor.

Não succede porém o mesmo aos detalhes de construcção; estes têem sido objecto de todos os cuidados; para ahi têem convergido as attenções dos constructores. Quaes os progressos que sobre este ponto tem feito a industria das machinas de vapor, diziam-no os numerosos e magnificos exemplares que figuravam no grande concurso internacional de 1867. Os progressos da industria das machinas de vapor têem principalmente versado sobre a diminuição das resistencias passivas, sobre o melhoramento do modo de aquecimento, sobre a economia de combustivel, sobre o augmento de força e velocidade, sobre o melhor uso que em maior escala se faz do principio da expansão, e emfim sobre a melhor direcção e execução dos differentes orgãos.

De todos os melhoramentos, um dos mais importantes é sem duvida o realisado pelo habil e distincto constructor Farcot, e que diz respeito á economia de combustivel. As antigas machinas de Watt consumiam 5 kilogrammas de carvão por cavallo e por hora; e é preciso notar que nos primeiros tempos as machinas mais bem construidas é que davam estes resultados; as outras gastavam muito mais. As machinas de Farcot apenas gastam 1,5 kilogramma de combustivel por cavallo e por hora.

Já vimos como o illustre constructor francez conseguiu aquelle resultado. Foi, por um lado, levando a tensão do vapor a 5 e 6 atmospheras, por um modo regular e racional de aquecimento, aproveitando bastante do calorico desenvolvido pela combustão, e por outro lado empregando em larga escala o principio da expansão; por este bem entendido principio, gasta-se em cada golpe do pistão do cylindro apenas uma certa fracção do volume do vapor que o cylindro póde conter; alem d'isso pela sua dilatação, uma parte do calorico do vapor transforma-se em trabalho, de modo que o vapor que se vae condensar ou perder na atmosphera leva menos calor.

É com effeito por meio da applicação sabida e bem

regulada d'estes principios, que outros constructores têem conseguido realisar nas suas machinas importantes economias de combustivel; é o que se verifica em diversas machinas de vapor de que fallámos n'este relatorio.

Mas é sobre tudo no modo de acção do vapor, que as actuaes machinas deixam muito a desejar, no sentido de que o vapor é inutilisado muito antes de ter produzido todo o effeito, aproveitando-se apenas uma pequena fracção. É como se, por exemplo, aquecessemos um vaso contendo agua, collocando-o ao lado de uma fogueira; n'este caso só se aproveitava o calor que da fogueira irradiava para o lado do vaso com agua, perdendo-se todo o mais.

Uma rapida recordação dos principios geraes da theoria dynamica do calorico fará em poucas palavras ver a verdade do que asseverâmos.

A sciencia moderna tem demonstrado que o calorico é um modo particular de movimento; é um movimento vibratorio muito rapido das molleculas dos corpos. Todas as vezes que se produz movimento á custa do calor, uma parte d'este desapparece, porque se transforma n'aquelle movimento produzido; e reciprocamente, quando desapparece ou cessa um certo movimento manifesta-se calor: o movimento transforma-se n'este caso em calor. Factos vulgares exemplificam isto; quando esfregâmos as mãos, estas aquecem; quando as rodas de uma carruagem caminham por algum tempo, os eixos aquecem até se tornarem ás vezes rubros; quando se quer fazer parar um comboio em um caminho de ferro apertam-se os freios de encontro ás rodas, e observa-se que o movimento diminue até que cessa de todo, e ao mesmo tempo as superficies dos freios e das rodas que estavam em contacto aquecem extraordinariamente; em todos estes casos o movimento se transforma em calor, isto é, em outra especie de movimento, em um movimento vibratorio extremamente rapido nas molleculas dos corpos que aquecem. Reciprocamente quando, por exemplo,

um gaz se dilata, ha um esfriamento; n'este caso o calor transformou-se em movimento. Em todas as machinas de vapor, uma parte do calor obtido pela combustão do carvão ou outro qualquer combustivel, transforma-se em movimento. Em todas as machinas de calorico, é uma parte d'este que se transforma em movimento, fazendo um certo trabalho.

Entre o calorico e o trabalho desenvolvido em um movimento qualquer, ha porém uma relação determinada; ha uma equivalencia. Os physicos chamam *caloria* ou *unidade calor* a quantidade de calor preciso para elevar de 1° centigrado a temperatura de um litro de agua; e chamam *equivalente mechanico do calorico* a quantidade de trabalho que é preciso para desenvolver uma caloria, ou aquelle trabalho que uma caloria é capaz de produzir pelo seu desapparecimento ou transformação em movimento.

Têem sido feitas muitas experiencias com o fim de determinar o equivalente mechanico do calorico. Dos diversos trabalhos emprehendidos por methodos differentes e por diversos observadores, resulta que o numero que até hoje se julga como o mais exacto é 424 kilogrammetros; tal é o equivalente mechanico do calorico; tal é o trabalho que deve produzir uma caloria pela sua completa transformação em movimento.

Ora calculando a quantidade de calor que se desenvolve pela combustão do carvão em uma machina de vapor, e calculando a quantidade de calor que se transforma em trabalho, vê-se que esta é apenas uma pequena fracção d'aquella, isto mesmo attendendo ao trabalho absorvido pelos attritos, ao calor perdido pelo esfriamento, etc.; é de notar que nem todos os attritos concorrem para diminuir o calorico transformado em trabalho util; assim o attrito do pistão nas paredes do cylindro desenvolve calor que se não póde considerar todo perdido, poisque se acha em contacto com o vapor no interior do cylindro; já não acontece, por exemplo, o mesmo ao calor

desenvolvido pelo attrito do eixo do volante; este calor é completamente perdido em relação ao trabalho util da machina.

As experiencias têem mostrado que as melhores machinas de Watt com condensação, apenas aproveitam $\frac{1}{30}$ do calorico levado pelo vapor que lhe dá movimento; isto é, apenas $\frac{1}{30}$ do calor que o vapor possue quando actua sobre o pistão, se transforma em trabalho. Nas machinas sem condensação e de alta pressão aproveita-se menos.

É nas machinas de expansão onde melhor se aproveita o calor que o vapor da agua possue e que lhe foi communicado pela combustão do carvão. Nas machinas de expansão o vapor dilata-se, e esta dilatação faz-se á custa de uma parte do calor do vapor, de modo que uma porção de calor se transforma em movimento. Isto mostra quanto convem aproveitar a expansão do vapor nas machinas, e quanto é vantajoso leva-la até ao ultimo limite possivel.

Vê-se pois que á luz da moderna theoria dynamica do calorico são as machinas de expansão em dois cylinlindros aquellas que mais se approximam da completa conversão do calor em trabalho mechanico. Mas ainda assim nas melhores machinas construidas por Farcot a quantidade de calor convertido em trabalho não chega á decima parte d'aquella que possue o vapor, de modo que $\frac{9}{10}$ são perdidos.

Esta simples exposição dos principios da theoria mostra como ainda resta tanto a fazer para aperfeiçoar as machinas de vapor, debaixo do ponto de vista theorico, e á luz da sciencia e da philosophia. Emquanto ás vantagens que a industria tiraria do melhor aproveitamento do calor que se dá ao vapor, e portanto da melhor applicação dos principios da sciencia, são evidentes. O preço da força motriz baixaria immensamente. Os navios de vapor poderiam fazer as mais longas viagens sem terem que renovar tanto a miudo de combustivel, como hoje acontece.

Quanto aos meios de conseguir levar á execução os principios da theoria, um dos que parece mais logico é o que indica o illustre engenheiro francez a quem se deve a invenção das caldeiras tubulares, mr. Séguin, o herdeiro das idéas de Mongolfier sobre a transformação das forças physicas, e sobre a universalidade do movimento.

Segundo a opinião do celebre sobrinho do grande physico francez do seculo passado, o que ha a fazer para melhorar as actuaes machinas de vapor; os progressos a realisar no modo de acção do vapor nas machinas para melhor aproveitar o calor que elle possue, consistem em restituir ao vapor o calor que elle perdeu pela transformação em trabalho; isto é, dar ao vapor depois de cada golpe do pistão precisamente o calor que elle perdeu para produzir essa força; assim o meio seria servir-se sempre do mesmo vapor, em logar de estar constantemente deitando fóra vapor, ou condensando-o tendo ainda pelo menos $\frac{9}{10}$ do calor que se lhe deu, e ter que gerar novas quantidades de novo vapor.

O aperfeiçoamento das machinas de vapor debaixo do ponto de vista referido é uma das mais bellas applicações industriaes da theoria dynamica do calorico, d'essa theoria cujas bases foram estabelecidas pelos trabalhos de Joule, Mayer, Hirn, Séguin, Tyndall, etc. Para este assumpto convergem actualmente os esforços dos homens da sciencia.

Emquanto porém os esforços dos homens que consagram o seu genio, o seu talento, e até a sua vida, a combinar e estudar a maneira de realisar aquelles verdadeiros progressos das machinas de vapor, emquanto o illustre Séguin, que não ha menos de vinte annos que trabalha com aquelle objecto, ou outros, não conseguirem melhor aproveitar a acção do vapor, fazendo com que a maxima parte do calor que se communica á agua pelo aquecimento se transforme em movimento que a machina possa utilisar; emquanto estes melhoramentos se não

effectuarem, claro está que a industria se ha de continuar a servir das machinas actuaes.

Considerando pois o que são as machinas de vapor na actualidade, e quanto importa attender na escolha de um d'estes motores ás suas boas qualidades; sobretudo a que, sem deixarem de funccionar com a devida regularidade, sejam o mais economicas possivel, devemos dizer que para o nosso paiz, onde o combustivel é caro e onde a industria pelo seu pequeno desenvolvimento não póde com custeios muito elevados, as machinas de vapor a empregar devem consumir pouco combustivel. A theoria e a experiencia aconselham como realisando as melhores condições as machinas de Woolf, de cylindros horisontaes, com expansão nos dois cylindros, e com os outros aperfeiçoamentos recentemente introduzidos, e que descrevemos n'este relatorio. São machinas d'aquelles typos as que recommendariamos igualmente ás nossas poucas fabricas onde se fazem motores de vapor, para as adoptarem nas suas novas construcções, fazendo-lhes aquellas modificações que a experiencia e as circumstancias locaes lhes indicarem.

FIM

INDICE

I Methodo seguido n'este trabalho 5
II Descripção succinta do palacio da exposição 9
III Serviços mechanico, hydraulico e ventilação da exposição.... 16

INSTRUMENTOS DE PHYSICA

Golpe de vista geral sobre os instrumentos de physica na exposição universal de 1867 29
I Electricidade 34
II Galvanoplastica 49
III Telegraphia electrica 52
IV Optica 81
V Photographia 93
VI Pharoes 100
VII Acustica 114
VIII Calorico 119
IX Meteorologia 123
X Pneumatica 130
XI Aereostatica 136
XII Pesos. Medidas. Nivelamentos 140
XIII Apparelhos diversos 144
A industria dos instrumentos de precisão na actualidade 154

MACHINAS DE VAPOR

Golpe de vista geral sobre as machinas de vapor da exposição universal de 1867 159

MACHINAS FIXAS

Descripção succinta das machinas de vapor 166
Exposição franceza 170
Exposição ingleza 185
Exposição belga 198
Exposição dos Estados Unidos 207
Exposição allemã 216
Exposições da Russia, Suecia, Italia, Portugal e Hespanha 217
Caracteres dominantes das machinas de vapor da exposição universal de 1867 220

MACHINAS MARITIMAS

Descripção geral e caracteres dominantes das machinas de vapor maritimas da exposição universal de 1867 228
Exposição franceza 232
Exposição ingleza 245
Exposições suissa, italiana, sueca e allemã 248
A grande fabrica de Krupp 250

LOCOMOTIVAS

Descripção geral e caracteres genericos dominantes nas locomotivas da exposição universal de 1867 261
Exposição ingleza 270
Exposição franceza 273
O grande estabelecimento industrial do Creusot 284
Exposição allemã 293
Exposição belga 301
Exposição dos Estados Unidos 303
Caracter mais saliente das locomotivas da exposição 305

LOCOMOVEIS

Descripção geral das locomoveis 306
Locomoveis da exposição 309

MOTORES DIVERSOS EM QUE SE EMPREGA O CALORICO 316

CONCLUSÃO

O que são hoje as machinas de vapor e o que devem ser 321

SPECIAL 93-B
18166

CITY CENTER LIBRARY

OBRAS DO MESMO AUCTOR:

O FOGO

1 volume em oitavo francez, edição de luxo em papel cartonado, illustrado com 37 magnificas gravuras em madeira

(Esgotado)

LISBOA, 1866 — PREÇO 1$500

CURSO ELEMENTAR DE PHYSICA

CONTENDO ALGUMAS NOÇÕES DE MECHANICA E METEOROLOGIA, E MUITAS APPLICAÇÕES SCIENTIFICAS E INDUSTRIAES

2 fortes volumes em grande oitavo francez, illustrados com mais de 900 gravuras

LISBOA, 1868 — PREÇO 4$500

TRATADO ELEMENTAR

DE

ELECTRICIDADE E MAGNETISMO

CONTENDO NUMEROSAS APPLICAÇÕES

ÁS

SCIENCIAS, ARTES E INDUSTRIAS

1 volume em oitavo francez, ornado com um grande numero de gravuras

LISBOA, 1868 — PREÇO 1$500

PRINCIPIOS DE OPTICA

E SUAS PRINCIPAES APPLICAÇÕES AOS INSTRUMENTOS, AOS PHAROES, Á PHOTOGRAPHIA, AOS EFFEITOS THEATRAES, ETC.

1 volume em grande oitavo francez, edição nitida, illustrada com 176 gravuras

LISBOA, 1868 — PREÇO 1$500

TABELLAS

INSTRUCÇÕES, REGRAS E DADOS PRATICOS

PARA USO DE ENGENHEIROS, CONSTRUCTORES, CONDUCTORES DE TRABALHOS, E EM GERAL DOS INDUSTRIAES

CONTENDO MUITAS TABELLAS RELATIVAS AOS DIVERSOS RAMOS DE PHYSICA, MECHANICA, HYDRAULICA, ETC.

1 volume em grande oitavo francez, edição nitida

LISBOA, 1868 — PREÇO 1$600